

Université de Montréal

Nouvelle approche en théorie des jeux comportementale

Par

Éric Desbiens

Département de sciences économiques

Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée à la faculté des arts et des sciences

en vue de l'obtention du grade de maîtrise

en sciences économiques

juin 2012

© Éric Desbiens, 2012

Université de Montréal

Facultés des arts et des sciences

Ce mémoire intitulé :

Nouvelle approche en théorie des jeux comportementale

Présenté par :

Éric Desbiens

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Président-rapporteur

Directeur de recherche

Membre du jury

Résumé de synthèse

Il a été démontré en laboratoire que l'équilibre de Nash n'était pas toujours un bon indicateur du comportement humain. Différentes théories alternatives (aversion à l'inégalité, réciprocité et norme sociale) ont vu le jour pour combler les lacunes de la théorie classique, mais aucune d'elles ne permet d'expliquer la totalité des phénomènes observés en laboratoire. Après avoir identifié les lacunes de ces modèles, ce mémoire développe un modèle qui synthétise dans un tout cohérent les avancées de ceux-ci à l'aide de préférences hétérogènes. Afin d'augmenter la portée du modèle, une nouvelle notion d'équilibre, dite comportementale, est ajoutée au modèle. En appliquant le nouveau modèle à des jeux simples, nous pouvons voir comment il élargit le nombre de comportements pouvant être modélisé par la théorie des jeux.

Mots-clés : Théorie des jeux, comportement, préférence hétérogène, équilibre comportemental, aversion à l'inégalité, réciprocité, norme sociale.

Summary

It has been shown in laboratory experiments that the Nash equilibrium was not always a good indicator of human behavior. Various alternative theories (inequity aversion, reciprocity and social norms) have emerged to fill gaps in the classical theory, but none of them can explain all the phenomena observed in the laboratory. After identifying the shortcomings of these models, this thesis develops a model that summarizes advances made by those models into a coherent whole by using heterogeneous preferences. To increase the scope of the model, a new notion of equilibrium, a behavioral equilibrium, is added to the model. By applying the new model to simple games, we can see how it expands the number of behaviors that can be modeled by game theory.

Keywords : Game theory, behavior, heterogeneous preferences, behavioral equilibrium, inequity aversion, reciprocity, social norm.

Table des matières

Table des matières	iii
Liste des tableaux	v
Liste des figures	v
Introduction.....	1
L'état actuel des connaissances	4
Les déterminants du comportement humain	5
Les déterminants classiques.....	5
La présentation et la perception	5
La culture	7
La relation avec autrui.....	7
La personnalité	8
Les pressions extérieures	10
Résumé	11
Les modèles alternatifs.....	12
Réciprocité.....	12
L'aversion à l'inégalité	14
Les normes sociales	16
Résumé	19
Sommaire	20
Le modèle d'équilibre comportemental.....	21
Les préférences	22
Les objectifs d'un agent.....	23
Maximisation du gain	23
Minimisation du gain.....	24
Atteinte exacte d'un objectif.....	24
Seuil minimal	25
Seuil maximal.....	26
Résumé	26
La fonction d'utilité	27
Exemples.....	29
Résumé	30
Attitudes et comportements.....	30
Les attitudes types.....	31
Délétère	31
Égalitaire.....	31
Neutraliste	32
Les comportements types	32
Compétitif.....	32
Coopératif.....	32
Égalitaire.....	32
Purement altruiste	33
Exemples.....	33
Les objectifs secondaires.....	35
Résumé	36
L'équilibre comportemental.....	36

Joueurs coopératifs	38
Joueurs compétitifs	38
Compétitif vs coopératif	39
Résumé	40
Les influences extérieures	41
Les témoins.....	42
Les arbitres	44
Les normes sociales	45
Résumé	45
Le seuil de tolérance.....	46
Application de cas.....	47
Les préférences hétérogènes	48
Le jeu du dictateur.....	48
Le jeu d'investissement	52
Résumé	60
L'équilibre comportemental.....	61
Le jeu de l'ultimatum.....	61
Jeu avec tiers arbitre	69
Résumé	71
Cas d'application aux normes sociales	72
L'effet d'entraînement	72
La création de normes sociales	74
Résumé	76
Les frontières du modèle.....	78
Les limites du modèle.....	79
Les éléments omis du modèle	83
Les pièges du modèle	85
Extension possible au modèle	86
Sommaire	88
Conclusion	89
Bibliographie.....	92
Annexe A.....	i
Annexe B.....	ii

Liste des tableaux

Tableau 1: Objectifs de base	27
Tableau 2: Fonctions d'utilité morale	29
Tableau 3: Calcul d'utilité pour un dilemme du prisonnier	30
Tableau 4: Classement des types de dictateur	51
Tableau 5: Attitude et coefficient selon le montant partagé	51
Tableau 6: Fonction d'utilité avec observateur neutre	59
Tableau 7: Coefficient d'envie - Ultimatum	63
Tableau 8: Seuil de tolérance et de rejet - Ultimatum	66
Tableau 9 : Seuil de rejet selon le type de comportement	68
Tableau 10: Fonction d'utilité - Bien public	81

Liste des figures

Figure 1: Fréquence du montant offert - Dictateur	49
Figure 2: Fréquence du montant offert - Investissement	52
Figure 3: Comportements individuels - Investissement	54
Figure 4: Fréquence du montant offert - Ultimatum	62
Figure 5: Comparaison des fréquences: dictateur et ultimatum	62
Figure 6: Contribution individuelle - Bien public	80

Introduction

Différentes expérimentations dans le domaine de la théorie des jeux comportementale nous ont démontré que la théorie classique, avec son équilibre de Nash, était peu appropriée afin d'expliquer une myriade de situations observées en laboratoire. De nouvelles théories ont vu le jour afin de combler les lacunes de la théorie classique. Bien que ces théories offrent des avancées certaines, aucune d'entre elles n'est suffisante pour expliquer la totalité des différents phénomènes observés. Ce mémoire cherche donc à développer une nouvelle approche se basant sur la théorie des jeux comportementale afin d'englober dans un tout cohérent les différentes approches alternatives existantes tout en les enrichissant au passage.

La première partie de ce mémoire étudiera les différents facteurs découverts en laboratoire modifiant le comportement humain. Le premier de ces facteurs est la perception qu'un individu a d'une situation, laquelle est grandement affectée par sa présentation. Le second facteur expliquant une différenciation du comportement est la culture d'un individu. Ici, la culture est prise au sens large et englobe non seulement l'origine géographique, mais également la religion, le statut social et le milieu familial. Le troisième facteur déterminant est le type de relation que l'on entretient avec autrui. Un individu se comportera différemment avec un membre de sa famille qu'avec un pur étranger ou un individu lui ayant causé du tort dans le passé. Nous analyserons par la suite le rôle de la personnalité sur les différents comportements individuels et nous terminerons avec les effets des pressions sociales.

Dans un deuxième temps, cette partie dressera un portrait des trois plus importantes alternatives existantes à la théorie classique. La première théorie analysée sera celle de l'aversion à l'inégalité où un individu perd de l'utilité lorsque son gain personnel est différent de celui d'autrui. La deuxième théorie est celle de la réciprocité où un individu est généreux envers quelqu'un le traitant bien et méchant avec quelqu'un le traitant mal. La troisième théorie explique le comportement à l'aide de normes sociales qui prescrivent un certain comportement à adopter en société. En résumé, la première section servira à dresser un portrait de l'état actuel des connaissances de la théorie des jeux comportementale.

La deuxième section présentera notre modèle en se distinguant des autres à deux niveaux. La première distinction s'effectue au niveau des fonctions d'utilité utilisées, car notre modèle repose sur des préférences hétérogènes et non homogènes. Nous débuterons donc avec la définition des fonctions d'utilité propre à chacun des individus. Afin de limiter le domaine des possibilités, nous élaborerons des attitudes et des comportements types se retrouvant fréquemment dans la

littérature expérimentale. Cela aura pour effet de nous munir d'un jargon commun pour décrire les différentes fonctions d'utilité et de rendre le modèle plus saisissable du point de vue de l'intuition. Les fonctions d'utilité ainsi créées auront la particularité de ne pas uniquement s'attarder aux préférences personnelles d'un individu, mais incluront de vraies préférences sociales. C'est-à-dire qu'un individu se soucie des gains des autres peu importe son gain personnel.

Nous introduirons par la suite un nouveau type d'équilibre dit comportemental pour se substituer à celui de Nash. L'équilibre comportemental représente l'état où aucun individu n'est tenté de changer de comportement étant satisfait de la résolution d'un jeu. La notion de satisfaction est intimement liée au fait d'atteindre une situation idéale que nous pouvons définir à partir des préférences d'un individu. Ce nouveau type d'équilibre suppose donc que le comportement des agents est dynamique et qu'il peut changer selon les actions des autres joueurs.

Dans la troisième partie de ce mémoire, nous vérifierons la validité de notre modèle en l'appliquant aux données expérimentales issues de plusieurs études regroupant des jeux du type « dictateur ». Ces jeux sont assez près les uns des autres pour démontrer l'effet d'un simple changement dans les règles sur les différents comportements adoptés par les individus. Nous modéliserons donc des changements de comportement plus ou moins expliqués par les modèles actuels. Pour terminer cette section, nous discuterons comment notre modèle peut expliquer, en partie, la création de normes sociales.

L'état actuel des connaissances

Nous allons dans un premier temps faire un survol des principales caractéristiques qui influencent le comportement humain tel que révélé par de nombreuses études fait en laboratoire. Dans un deuxième temps, nous allons exposer différentes théories qui ont pris en compte certains des phénomènes observés en laboratoire.

Les déterminants du comportement humain

Dans cette section, nous nous attarderons sur les déterminants du comportement humain. Il est essentiel de comprendre quel facteur influence le comportement d'un individu afin de modéliser de façon précise sa prise de décision. Une fois le comportement d'un individu déterminé, nous pourrions prédire ses actions. Par contre, nous ne prétendons pas expliquer comment une personne adopte un comportement précis, ce qui de toute façon relève de la psychologie et non de l'économie.

Les déterminants classiques

Avec la théorie classique, deux éléments déterminent principalement le comportement d'un individu. Le premier élément est la structure du jeu qui détermine les choix possibles d'un individu lors d'une situation précise. Certaines de ces structures ont été étudiées avec soins comme les jeux d'ultimatum et de biens publics. Le deuxième élément est la structure de gain, c'est-à-dire le gain rattaché à chacune des issues d'un jeu. Avec ces deux éléments, nous construirons une matrice de jeu et résoudrons la situation en essayant de maximiser les gains pour chacun des individus concernés. Par contre, d'autres éléments pouvant affecter le comportement d'un individu ont été découverts lors d'essais en laboratoire. Voici donc les principaux éléments négligés par la théorie classique.

La présentation et la perception

La façon dont un problème est amené et est compris influence la perception des gens et les comportements qu'ils vont adopter. Même si deux jeux ont la même structure logique et la même structure de gains, s'ils sont expliqués différemment aux participants, ces derniers peuvent agir différemment.

Dans leur étude, Dufwenberg, Gächter et Hennig-Schmidt¹ ont démontré deux effets que peut avoir la présentation dans un jeu du bien public. Le premier, qu'ils qualifient d'effet de valorisation, change le point de vue des acteurs. Dans leur cas, ils ont présenté le jeu du bien public comme étant

¹ Dufwenberg, Martin, Simon Gächter et Heike Hennig-Schmidt. « The framing of games and the psychology of play ». *Games and Economic Behavior*, volume 73, numéro 2, novembre 2011, pages 459-478.

soit une contribution à une ressource commune, soit une extraction d'une ressource partagée. Le changement de « donner » à « prendre » comme point de vue dominant change complètement la valorisation qu'un joueur a de son action. Un autre exemple d'effet de valorisation est expliqué par Kahneman et Tversky². Ils montrent que le comportement humain diffère si l'on parle de probabilité de sauver des vies plutôt que de probabilité de perdre des vies lors de l'administration d'un vaccin durant une épidémie.

Le second effet de présentation en est un de libellé qui modifie les termes utilisés dans une présentation sans en changer le point de vue. Dans l'exemple du bien public, le terme « communautaire » a été apposé chaque fois que le mot « expérience » apparaissait dans le texte de présentation. Ce qualificatif eut un effet significatif sur le comportement des gens.

Ce que notent Dufwenberg, Gächter & Hennig-Schmidt dans leur étude est que, non seulement les agents vont changer leur comportement selon l'effet de présentation, mais que cela change aussi la façon dont ils pensent que les autres joueurs vont agir. En effet, ils ont demandé aux joueurs d'estimer leur contribution totale aux jeux du bien public et les résultats démontrent que ce montant est plus élevé dans le cas où l'effet de valorisation ou de libellé est positif.

Un autre élément important ressortant de l'étude de Dufwenberg, Gächter & Hennig-Schmidt est que même dans le cas où un problème est présenté de façon identique à différents individus, son effet sur chacun d'entre eux peut être différent. L'étude a été menée en Allemagne et le terme « Gemeinschaft » a été utilisé pour donner le sens « communautaire » à l'expérience. Il s'est avéré que ce terme a une connotation négative dans ce pays et a affecté à la baisse le niveau de coopération. Par contre, en dupliquant la même expérience en Suisse avec des gens de langue allemande, l'effet sur le niveau de coopération fut positif puisque ce terme a une connotation positive dans ce pays. Ici, la différence de perception est due à un facteur culturel, ce qui est un deuxième déterminant du comportement.

² Kahneman, Daniel et Amos Tversky. « Prospect theory : An analysis of decision under risk ». *Econometrica*, volume 47, numéro. 2, mars 1979, pages 263-292.

La culture

Comme nous venons de le voir, la culture peut lourdement influencer la perception et le comportement des joueurs. Une des plus importantes études sur ce sujet a été menée par Henrich³ et coll. qui testèrent des jeux du bien public auprès de tribus primitives de divers pays. Les contributions moyennes variaient entre 22 % et 65 % de la dotation initiale montrant un écart flagrant entre les tribus. Les chercheurs ont donc démontré que dans les tribus où le lien social était le plus faible, il y avait moins de contribution alors que dans les sociétés avec des liens sociaux plus fort, les gens contribuaient plus.

La société dans laquelle un agent a évolué n'est pas le seul facteur culturel déterminant le comportement d'un individu. Certaines études démontrent qu'il y a une différence entre les taux de coopération initiaux entre les hommes et les femmes dans un dilemme du prisonnier⁴. D'autres études⁵ démontrent clairement que les étudiants en économie coopèrent moins que les étudiants d'autres domaines indiquant que le type d'éducation reçu change le comportement des gens. Le statut social d'un individu affecte son comportement. Par exemple, des hommes d'affaires costaricains agissent différemment que des étudiants universitaires dans un jeu d'investissement⁶. La religion affecte les choix d'un individu comme le démontrent Johansson-Stenman, Mahmud et Martinsson⁷ dans leur étude portant sur des populations du Bangladesh composées de musulmans et d'hindous. Dans un jeu d'investissement, le principal motif évoqué pour partager la somme d'agent était la peur d'une punition éventuelle dans leur vie courante ou dans une vie future.

La relation avec autrui

Deux situations identiques peuvent avoir des résultats différents lorsqu'un agent est confronté à des individus différents. Il serait surprenant qu'un individu agisse de la même façon avec un étranger

³ Henrich, Joseph, Robert Boyd, Samuel Bowles, Colin Camerer, Ernst Fehr et Herbert Gintis. *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies*. Oxford University Press, New York, 2004, 472 pages.

⁴ Ortmann, Andreas et Lisa K. Tichy. « Gender differences in the laboratory: evidence from prisoner's dilemma games », *Journal of Economic Behavior and Organization*, volume 39, numéro 3, juillet 1999, pages 327-339.

⁵ Marwell, Gerald et Ruth E. Ames. « Economist free ride, does anyone else ? Experiments on the provisions of public goods ». *Journal of Public Economics*, volume 15, numéro 3, juin 1981, pages 295-310.

Robert H. Frank, Thomas Gilovich, Dennis T. Regan. « Does studying economics inhibit cooperation? ». *The Journal of Economic Perspectives*, volume 7, Numéro 2, printemps 1993, pages 159-171.

⁶ Fehr, Ernst et John A. List. « The hidden costs and returns of incentives – Trust and trustworthiness among CEOs », *Journal of the European Economic Association*, volume 2, numéro 5, septembre 2004, pages 743-771.

⁷ Johansson-Stenman, Olof, Minhaj Mahmud et Peter Martinsson. « Trust, Trust Games and Stated Trust: Evidence from Rural Bangladesh ». *Journal of Economic Behavior and Organization*, In Press, Corrected Proof.

qu'avec un membre de sa famille. Par contre, peu d'études se sont attardé à ce sujet puisque, dans la grande majorité des expériences, les joueurs sont tous anonymes. Nous pouvons tout de même relever l'étude de Ben-Ner et Kramer⁸ qui, dans un jeu du dictateur, ont classé la relation entre le donneur et le receveur selon 4 catégories : les semblables, les collaborateurs, les gens neutres et les compétiteurs. Leur étude démontre clairement que les gens sont plus généreux envers les gens plus près d'eux. Volla⁹ se penche sur la même question et trouve, sans surprise, que les individus sont plus généreux avec les membres de leur famille et leurs amis qu'avec une autre personne sans lien précis issue d'un même village.

D'autres études se basent sur la réputation d'un joueur pour déterminer l'action d'un agent. Servátka¹⁰ démontre que, dans un jeu du dictateur, la réputation d'un joueur est un facteur significatif dans la décision d'un agent. Seinen et Schram¹¹ divisent les joueurs selon 6 stratégies dans un jeu du dictateur avec réputation. De ces 6 stratégies, 3 font appel à la réputation de l'autre joueur dans la prise de décision et comptent pour 48 % des joueurs. Parmi les autres joueurs, 47 % utilisent une stratégie inconditionnelle (toujours aider ou ne jamais le faire) et 5 % essaient de maximiser leur réputation.

La personnalité

Dans des expériences ayant le même libellé avec des participants anonymes choisis parmi une même culture et issus d'un même groupe social (des étudiants en économie), les individus agissent différemment les uns des autres. Il y a donc un autre facteur influençant le comportement des individus. Nous pensons ici à la personnalité des gens. Bien que ce soit assez intuitif que des individus aux personnalités divergentes agissent différemment, les théories classiques n'avaient pas de place pour ce type de distinction. Quelques études se sont concentré sur le lien entre différents traits de personnalité et les actions de ces individus.

⁸ Ben-Ner, Avner et Amit Kramer. « Personality and altruism in the dictator game: Relationship to giving to kin, collaborators, competitors, and neutrals ». *Personality and Individual Differences*, volume 51, numéro 3, août 2011, pages 216-221.

⁹ Volla, Björn. « The difference between kinship and friendship: (Field-) experimental evidence on trust and punishment ». *Journal of Socio-Economics*, volume 40, numéro 1, février 2011, pages 14-25.

¹⁰ Servátka, Maroš. « Separating reputation, social influence, and identification effects in a dictator game ». *European Economic Review*, volume 53, numéro 2, février 2009, pages 197-209.

¹¹ Seinen, Ingrid et Arthur Schram. « Social status and group norms: Indirect reciprocity in a repeated helping experiment ». *European Economic Review*, volume 50, numéro 3, avril 2006, pages 581-602.

Ces études utilisent plusieurs groupes de traits de personnalité issus de la recherche psychologique. Un de ces groupes appelé le « Big 5¹² » a notamment été utilisé par Lönnqvist, Verkasalo et Walkowitz¹³ pour examiner des dilemmes du prisonnier alors que Volk, Thöni, et Ruigrok¹⁴ ont analysé des jeux du bien public. Dans le cas du dilemme du prisonnier, les gens avec un haut pointage en « Ouverture à l'expérience » et un faible pointage en « Neuroticisme » étaient plus coopératifs que ceux ayant des scores inverses. Dans le cas du bien public, c'est le trait d'« Agréabilité » qui semblerait le plus déterminant. Les gens ayant un haut score dans ce trait seraient plus coopératifs que ceux ayant un faible score. De plus, les auteurs de cette dernière étude ont utilisé la valeur de Rokeach¹⁵ et ont découvert que les individus « Prosociaux » ont une tendance marquée à coopérer dans un jeu du bien public.

D'autres études se sont plutôt concentré sur le rôle du Machiavélisme¹⁶. Gunnthorsdottir, McCabe et Smith¹⁷ ont étudié ce trait de personnalité dans un jeu d'investissement. Bien que ce trait ne semble pas influencer le comportement de l'investisseur, il affecte certainement le montant renvoyé par le second joueur dans le rôle du dictateur. En effet, les gens ayant un haut score en machiavélisme ont moins tendance à partager le montant reçu. Cela concorde avec les résultats de Curry, Chesters et Viding¹⁸ dans un dilemme du prisonnier où les gens machiavéliques coopèrent moins souvent. Par contre, dans un jeu d'ultimatum, les personnes machiavéliques offraient davantage d'argent que la moyenne des gens. Cela pourrait être dû au fait que ces personnes se

¹² Selon cette théorie, il y aurait 5 axes principaux mesurables attribuables aux individus : Ouverture à l'expérience, le caractère consciencieux, l'extraversion, l'agréabilité et le neuroticisme.

¹³ Lönnqvist, Jan-Erik, Markku Verkasalo et Gari Walkowitz. « It pays to pay – Big Five personality influences on co-operative behavior in an incentivized and hypothetical prisoner's dilemma game ». *Personality and Individual Differences*, volume : 50, numéro 2, 2011, pages 300-304.

¹⁴ Volk, Stefan, Christian Thöni et Winfried Ruigrok. « Personality, personal values and cooperation preferences in public goods games : A longitudinal study ». *Personality and Individual Differences*, volume 50, numéro 6, avril 2011, pages 810-815.

¹⁵ La valeur de Rokeach est composée de deux ensembles de 18 valeurs représentant des fins et des moyens.

¹⁶ Calculer sur une échelle de 0 à 100 à partir du test MACH-IV développé par Richard Christie et Florence L. Geis.

¹⁷ Gunnthorsdottir, Anna, Kevin McCabe et Vernon Smith. « Using the Machiavellianism instrument to predict trustworthiness in a bargaining game ». *Journal of Economic Psychology*, volume 23, numéro 1, février 2002, pages 49-66.

¹⁸ Curry, Oliver, Matthew Jones Chesters et Essi Viding. « The psychopath's dilemma: The effects of psychopathic personality traits in one-shot games ». *Personality and Individual Differences*, volume 50, numéro 6, avril 2011, pages 804-809.

projettent à la place de l'autre joueur et se disent qu'à leur place, ils refuseraient un faible montant¹⁹.

D'autres études ont utilisé différents indices de personnalités comme le « Psychopathic Personality Inventory (PPI) »²⁰ et le « Myers–Briggs Type Indicator (MBTI) »²¹. Bien que les liens entre les différents traits de personnalité et les actions des gens restent un sujet à approfondir, il est indéniable, comme le diraient Boone, De Brabander et Van Witteloostuijn que : « [...] the personality of the player matters.²² »

Les pressions extérieures

Un autre élément pouvant changer la façon de réagir d'un participant est la présence d'un arbitre ayant la possibilité de punir ou de récompenser le comportement des joueurs. Fehr et Fischbacher²³ ont étudié la présence d'un arbitre neutre dans un dilemme du prisonnier et dans un jeu du dictateur. Dans les deux cas, certains arbitres ont puni les joueurs ne coopérant pas ou divisant inéquitablement le montant à partager, même s'il y avait un coût à payer par l'arbitre qui punit. Cela va clairement à l'encontre du modèle classique où l'arbitre n'a aucun incitatif pour intervenir dans une situation ne le concernant pas. Charness, Cobo-Reyes, et Jiménez²⁴ se sont attardé surtout au comportement des joueurs actifs dans un jeu d'investissement. Ils ont remarqué que les investisseurs ont tendance à investir davantage et que les dictateurs retournent plus d'argent aux investisseurs lorsqu'un arbitre est présent.

Ces derniers se sont attardé à l'effet qu'occasionne l'offre de compensations aux investisseurs en plus de la possibilité de punir le dictateur. La majorité des arbitres ont utilisé à la fois la punition et la compensation, mais se sont surtout attardé à la punition. La punition a semblé être un meilleur incitatif que la compensation pour convaincre un dictateur d'offrir une part équitable du montant.

¹⁹ Takacs, Karoly et Bela Janky. « Smiling contributions: Social control in a public goods game with network decline ». *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications*, volume 378, numéro 1, mai 2007, pages 76-82.

²⁰ Curry, Oliver, Matthew Jones Chesters et Essi Viding. « The psychopath's dilemma: The effects of psychopathic personality traits in one-shot games ». *Personality and Individual Differences*, volume 50, numéro 6, avril 2011, pages 804-809.

²¹ Schmitt, Pamela, Robert Shupp, Kurtis Swope et Justin Mayer. « Pre-commitment and personality: Behavioral explanations in ultimatum games ». *Journal of Economic Behavior & Organization*, volume 66, numéro 3-4, Juin 2008, pages 597-605.

²² Traduction : [...] que la personnalité a de l'importance.

²³ Fehr, Ernst et Urs Fischbacher. « Third-party punishment and social norms ». *Evolution and Human Behavior*, volume 25, numéro 2, mars 2004, pages 63-87.

²⁴ Charness, Gary, Ramón Cobo-Reyes et Natalia Jiménez. « An investment game with third-party intervention ». *Journal of Economic Behavior and Organization*, volume 68, numéro 1, octobre 2008, pages 18-28.

Par contre, Lotz, Okimoto, Chlösser et Fetchenhauer²⁵, ont démontré le contraire dans un jeu du dictateur. Dans leur étude, les arbitres préféraient la compensation à la punition, mais dans la majorité des cas, eux aussi ont noté que la majorité des arbitres ont utilisé les deux stratégies. Cette différence de préférences pourrait être due à la nature du jeu (Investissement vs. Dictateur), à une culture différente (Américaine vs Allemande) ou à tout autre facteur énuméré dans cette section.

Dans les expériences précédentes, les arbitres ont la possibilité de changer les gains des participants. Une étude intéressante de Kurzban, DeScioli et O'Brien²⁶ s'est penchée sur la présence d'un tiers parti incapable d'influencer les gains des autres joueurs. En fait, ils ont étudié le comportement des arbitres lorsqu'ils sont soumis à l'observation d'expérimentateurs ou à celui des autres participants dans un jeu du dilemme du prisonnier. L'ajout d'un tiers parti cause une augmentation significative du nombre d'arbitres ayant puni les joueurs non coopératifs. Donc, la seule présence d'un tiers parti a affecté les actions d'un individu. Cela n'est pas surprenant puisque les expérimentateurs font tout leur possible pour garder l'anonymat des joueurs afin d'éviter ce genre d'effet, mais peu d'études avaient calculé cet effet jusqu'à maintenant.

Résumé

Il est indéniable, avec les expérimentations des dernières décennies, que le modèle classique est trop simple et ne peut expliquer la complexité des interactions entre les êtres humains. Pour qu'un modèle soit complet, il faut qu'il puisse prendre en compte des individus différents par leur bagage culturel, leur personnalité et leur façon de voir les choses. Il faut aussi pouvoir modéliser les différentes relations entre chacun des individus, car personne n'agit de la même façon avec des gens de la famille, des amis ou des purs étrangers. De plus, ce modèle devra permettre d'inclure des éléments externes comme des normes sociales ou la présence de spectateurs qui, même s'ils n'agissent pas directement sur le jeu, influencent tout de même les joueurs. Bref, un modèle adéquat devrait prendre en compte les préférences des individus dans leur hétérogénéité en tenant compte de l'influence sociale ainsi que de l'effet normatif de spectateurs.

²⁵ Lotz, Sebastian, Tyler G. Okimoto, Thomas Schlösser et Detlef Fetchenhauer. « Punitive versus compensatory reactions to injustice: Emotional antecedents to third-party interventions ». *Journal of Experimental Social Psychology*, volume 47, numéro 2, mars 2011, pages 477-480.

²⁶ Kurzban, Robert, Peter DeScioli et Erin O'Brien. « Audience effects on moralistic punishment ». *Evolution and Human Behavior*, volume 28, numéro 2, mars 2007, pages 75-84.

Les modèles alternatifs

Au fur et à mesure que les expérimentations en théorie des jeux remettaient en doute la théorie classique, des modèles alternatifs ont vu le jour afin d'expliquer le comportement des individus n'agissant pas « rationnellement ». Nous retiendrons principalement trois approches alternatives à la théorie classique expliquant le comportement des individus. La première approche consiste à modéliser la réciprocité entre les individus. La seconde modifie les préférences d'un agent pour tenir compte de son aversion pour l'inégalité. La dernière fait intervenir la notion de normes sociales.

Réciprocité

La théorie de la réciprocité a été développée par Rabin²⁷ et se base sur les intentions des autres joueurs à l'égard de l'agent. L'agent cherchera à maximiser le gain d'un autre individu uniquement dans le cas où cet autre individu cherche, lui aussi, le bien de l'agent. Dans le cas contraire, l'agent cherchera à nuire à un joueur l'empêchant de maximiser son utilité. Mathématiquement, la fonction d'utilité de l'agent sera alors :

$$u_{totale} = utilité_{gain} + utilité_{équitable} + utilité_{réciproque}$$

Le premier terme modélise simplement l'utilité classique de l'agent maximisant son gain. Le deuxième terme représente l'utilité reçue lorsque l'agent est traité équitablement et le troisième terme, l'utilité retirée de la réciprocité, c'est-à-dire l'utilité que retire l'agent d'avoir agi de la même façon que l'autre joueur. Les utilités équitables et réciproques sont basées sur l'écart entre la situation finale et la situation jugée équitable par rapport à la meilleure situation possible et la pire. Mathématiquement :

$$u_i = \frac{gain_i - gain_{équitable}}{gain_{maximum} - gain_{minimum}}$$

La théorie de la réciprocité et ses dérivés²⁸ permettent d'expliquer des phénomènes que la théorie classique n'explique pas. En effet, si l'on définit comme situation équitable celle de coopération dans un dilemme du prisonnier, il peut alors s'avérer que la stratégie dominante est celle de la coopération puisque l'agent retire davantage d'utilité lorsque tout le monde coopère. Par contre, si l'autre joueur ne coopère pas, l'agent retire une satisfaction supplémentaire en ne coopérant pas

²⁷ Rabin, Matthew. « Incorporating fairness into game theory and economics », *American Economic Review*, volume 83, numéro 5, décembre 1993, pages 1281-1302.

²⁸ Dufwenberg & Kirchsteiger en 1998, Falk & Fischere en 1998 et Bolton & Ockenfels en 2000.

non plus et va donc changer son comportement. L'équilibre peut donc être composé à la fois de la situation de coopération mutuelle et de celle de défection mutuelle. Cela cadre très bien avec la stratégie « œil pour œil » dans un jeu répété.

Le grand avantage de ce modèle est que les agents ont des comportements dynamiques plutôt que statiques, c'est-à-dire que le choix d'un agent peut changer en cours de route selon les événements. Dans la théorie classique, toutes les répétitions d'un jeu ont le même équilibre et le comportement des individus est fixe.

De plus, il permet d'expliquer le rejet d'offres basses dans un jeu d'ultimatum. En effet, si le dictateur est gentil et partage équitablement la somme, l'agent va accepter l'offre étant satisfait d'un partage équitable. Si le partage est inéquitable, l'agent retirera alors de la satisfaction à refuser l'offre et ainsi réduire le gain du dictateur. Donc, plus le montant offert est faible, plus la satisfaction de traiter le dictateur de façon méchante sera grande. Si cette utilité est assez grande, l'agent sera plus satisfait de punir le dictateur que de recevoir un faible montant d'argent. Cela concorde parfaitement avec les observations expérimentales.

Par contre, le modèle a plus de difficulté à expliquer le comportement d'un dictateur. Dans le cas d'un jeu du dictateur et non d'un ultimatum, le dictateur est dans une position où le récipiendaire de l'argent ne peut être ni gentil ni méchant puisqu'il est complètement passif. Le modèle prédit alors un comportement égoïste puisque le dictateur ne retire aucune utilité d'être traité équitablement ou du fait de traiter l'autre personne comme il le devrait. Par contre, la littérature expérimentale démontre bien que le dictateur peut partager équitablement sa dotation initiale. En fait, le modèle est incapable de prendre en compte des situations où des joueurs ne sont pas affectés par les décisions d'un autre joueur comme dans le cas de jeux avec un arbitre.

De plus, le modèle ne peut pas expliquer les comportements de coopération inconditionnelle. Dans l'étude de Seinen et Schram²⁹, 36 % des joueurs ont été catégorisés comme étant des coopérateurs inconditionnels alors que 11 % ont été classés comme des joueurs faisant systématiquement défection. Le comportement des individus optant inconditionnellement pour la défection peut être expliqué par le modèle de Rabin lorsque l'on appose des coefficients nuls aux utilités équitables et

²⁹ Seinen, Ingrid et Arthur Schram. « Social status and group norms: Indirect reciprocity in a repeated helping experiment ». *European Economic Review*, volume 50, numéro 3, avril 2006, Pages 581-602.

réciroques, donc lorsque l'agent agit de façon purement égoïste. Par contre, il ne peut pas expliquer pourquoi une personne coopérerait avec quelqu'un ne coopérant pas en retour.

L'aversion à l'inégalité

L'aversion pour l'inégalité est un modèle développé par Fehr et Schmidt³⁰ dans lequel les agents n'aiment pas qu'il y ait un grand écart entre les gains des joueurs. Chaque agent voit dans ce cas son utilité diminuée à cause de l'envie qu'il ressent lorsqu'il a un gain plus petit que l'autre. Il ressent aussi de la honte lorsqu'il a un gain plus grand qu'autrui, ce qui diminue aussi son utilité. En général, les individus ressentent moins de honte à recevoir un plus grand gain que d'envie lorsqu'ils reçoivent un gain inférieur à celui d'un autre joueur. Pour cette raison, des coefficients différents sont associés à chacune de ces pertes d'utilité avec l'hypothèse que le coefficient de la honte soit plus petit que celui de l'envie. Mathématiquement, la fonction d'utilité prend la forme suivante :

$$utilité_i = gain_i - envie \sum_{i \neq k} \frac{gain_k - gain_i}{n - 1} - honte \sum_{i \neq k} \frac{gain_i - gain_k}{n - 1}$$

Le premier terme est l'utilité classique retirée du gain individuel de l'agent, le second est l'utilité perdue par envie alors que le troisième est l'utilité perdue par la honte. L'hypothèse supplémentaire que les deux derniers termes ne doivent pas être négatifs est faite. Bref, personne ne reçoit d'utilité lorsque son gain est inférieur à celui de l'autre ou n'en reçoit lorsque son gain est supérieur à celui d'autrui. Dans les faits, l'utilité est diminuée soit par envie, soit par honte, mais jamais à cause des deux en même temps.

Tout comme le modèle de la réciprocité, ce modèle peut expliquer la coopération dans un dilemme du prisonnier. S'il y a coopération mutuelle ou défection mutuelle, les gains des joueurs ne sont pas modifiés. Par contre, dans le cas où l'agent coopère et que l'autre ne le fait pas, les utilités sont modifiées. Il est alors possible que la perte d'utilité reliée au fait d'avoir un gain inférieur à l'autre soit suffisante pour rendre plus intéressant la non-coopération. Le contraire est aussi vrai : un agent trahissant un joueur coopératif peut être assez honteux pour finalement choisir de coopérer à son tour. Tout dépend donc de la valeur des coefficients affectés à l'envie et à la honte pour chacun des joueurs.

³⁰ Fehr, Ernst et Klaus M. Schmidt. « A theory of fairness, competition, and cooperation », *Quarterly Journal of Economics*, volume 114, numéro 3, août 1999, pages 817-868.

Appliqué aux jeux d'ultimatum et du dictateur, ce modèle offre de meilleures explications que celles du modèle de la réciprocité. Dans le cas du récipiendaire d'un ultimatum, le rejet d'offres basses peut s'expliquer par le fait que l'utilité perdue par envie est supérieure à l'utilité retirée du montant reçu. À ce moment, l'agent préfère donc que les deux joueurs aient un gain nul, ce qui a le mérite d'être égalitaire. Ce modèle permet d'expliquer le comportement des dictateurs, même si le récipiendaire n'a pas d'autres choix que d'accepter le partage monétaire. En effet, si le dictateur ressent de la honte à avoir un montant d'argent supérieur à celui d'un autre joueur, il offrira beaucoup plus que le minimum prédit par la théorie classique.

L'aversion pour l'inégalité permet de modéliser en partie le comportement des arbitres. Par exemple, si un arbitre s'aperçoit que son gain est supérieur à celui du récipiendaire, mais inférieur à celui du dictateur, il sera tenté de punir le dictateur et de dédommager le récipiendaire afin de réduire l'écart entre les deux joueurs par rapport à son gain. Par contre, comme le fait remarquer Falk et coll.³¹, cela n'explique pas pourquoi un agent punit un autre joueur lorsque cela ne change en rien le degré d'inégalité entre les deux joueurs. En effet, ils ont conduit une expérience où le coût de la punition égalait celui de la pénalité imposée. Ils ont découvert que le montant total investi en punitions était, dans ce cas, supérieur à une situation où la valeur de la punition était plus grande que son coût. Dans le cas où réduire le gain de l'autre réduit aussi le gain de l'agent du même montant, l'écart entre les deux joueurs n'en est aucunement réduit.

L'aversion pour l'inégalité ne suffit pas à expliquer le choix des agents lorsqu'une situation est plus avantageuse pour les deux joueurs qu'une situation égale. Par exemple, Charness et Rabin³² rapportent des expériences où la totalité des joueurs a préféré choisir une allocation de (2,8) plutôt que (0,0) qui est pourtant plus égalitaire. De même, dans une autre expérience, seulement 50 % des joueurs ont préféré une distribution de (400,400) contre une de (375,700). Dans une troisième expérience, 69 % des joueurs ont préféré une distribution de (4,7.5) à une distribution de (4,4). Dans tous ces jeux, le modèle est incapable de prédire la totalité des résultats puisque les choix échappent à la règle égalitaire ou égoïste.

³¹ Falk, Armin, Ernst Fehr et Urs Fischbacher. « Driving forces behind informal sanctions ». *Econometrica*, volume 73, numéro 6, novembre 2005, pages 2017-2030.

³² Charness, Gary et Matthew Rabin. « Understanding social preferences with simple tests. ». *The Quarterly Journal of Economics*, volume 117, numéro 3, août 2002, pages 817-869.

Les normes sociales

Le principal problème des deux modèles présentés précédemment est que l'utilité reste toujours attachée de près à l'agent. En effet, la réciprocité et l'aversion à l'inégalité se calculent toujours par rapport au gain de l'agent. Or, la majorité des expériences montrent que les individus sont sensibles à la situation d'autres personnes même s'ils ne sont pas concernés. Un individu témoin d'une situation inégale ou d'un mauvais traitement sera interpellé par celui-ci s'il contrevient aux valeurs de l'individu. En modélisant ces valeurs comme des normes sociales à respecter peu importe la situation, cela permet de désincarner le geste d'un agent et de l'appliquer à plusieurs situations où l'agent est neutre.

En faisant intervenir des normes sociales, il est maintenant plus aisé d'expliquer pourquoi un agent punit un autre joueur non coopératif ou se comporte méchamment avec un autre. Un agent punit simplement les joueurs ne se conformant pas à une certaine norme, peu importe s'il est concerné directement ou non. Les individus retireraient donc une certaine utilité lorsqu'une norme est respectée.

Bien que le concept de norme soit intuitif et flexible, il n'y a aucun consensus en ce moment sur la façon de modéliser mathématiquement des normes sociales. Nous retenons ici deux modèles : celui de Gintis³³ qui voit la norme sociale comme un chorégraphe et celui de López-Pérez³⁴ qui inclut les normes dans le calcul de l'utilité d'un individu.

Pour Gintis, le chorégraphe est un mécanisme suggérant l'action à entreprendre à chacun des joueurs avant qu'ils ne puissent agir eux-mêmes. Si les joueurs retirent plus d'utilité à suivre le chorégraphe qu'à suivre leur stratégie individuelle, tous les individus vont se plier à la norme sociale et ainsi maximiser leur utilité. Ce nouvel équilibre issu de ce mécanisme est appelé un équilibre corrélé.

Jusqu'ici, tout semble relativement intuitif, mais la grande difficulté est de trouver cet équilibre corrélé supérieur, dans le sens de Pareto, à celui de Nash. Pour ce faire, le chorégraphe devra choisir certaines actions avec certaines probabilités pour chacun des joueurs. Ces derniers ne devraient connaître qu'avec certitude l'action que le chorégraphe leur a prescrite, mais ignorer celle des

³³ Gintis, Herbert. *The Bounds of Reason: Game Theory and the Unification of the Behavioral Sciences*. Princeton University Press, 2009, 304 pages.

³⁴ López-Pérez, Raúl, « Introducing Social Norms in Game Theory ». *Working paper series / Institute for Empirical Research in Economics* No. 292, University of Zurich.

autres joueurs. De cette façon, l'agent ne sera pas incité à dévier de la décision du chorégraphe puisqu'il n'est pas sûr de l'action des autres joueurs. Avec la bonne distribution de probabilités, l'agent suivra alors toujours le chorégraphe.

Le problème ici est qu'en général, une norme sociale prescrit un comportement unique comme « coopère si l'autre coopère » ou « coopère toujours » et non « coopère 60 % du temps et ne coopère pas 40 % du temps de façon aléatoire ». Cette complexité mathématique ne représente malheureusement plus la réalité d'une norme sociale et ne s'applique qu'à des cas très simples et précis. Au mieux, elle sert de mécanisme de coordination entre différents équilibres de Nash, mais représente de façon très complexe, voire irréaliste, une norme sociale simple.

Le modèle de López-Pérez utilise une fonction d'utilité classique, mais ajoute une ou des normes sociales à cette dernière. L'utilité d'un individu est diminuée lorsque ce dernier respecte une norme sociale et que les autres joueurs la bafouent. Par contre, plus il y a de joueurs bafouant la norme sociale, plus la quantité d'utilité perdue diminue. Dans le cas où personne ne respecte la norme sociale, aucune utilité n'est perdue. De même, aucune utilité n'est perdue lorsque l'agent décide de bafouer lui-même la norme sociale. Donc, dans le cas où un agent ne suit pas une norme sociale, sa fonction d'utilité est celle classiquement utilisée. Mathématiquement, la fonction d'utilité de l'agent suivant la norme est :

$$utilité = utilité_{gain} - internalisation \cdot respect(nb\ joueur)$$

Où *internalisation* est le degré auquel une norme a été internalisée, donc reflète l'importance de cette norme pour l'agent. Dans le cas d'un agent ignorant la norme, ce coefficient vaut 0 et on retrouve la forme classique d'utilité. L'élément *respect* est l'utilité perdue lorsque la norme n'est pas suivie et est une fonction décroissante avec le nombre de joueurs bafouant la norme. Si l'utilité du gain égoïste diminué de la honte de bafouer la norme sociale est plus grande que l'utilité de suivre la norme, l'agent va dévier de la norme sociale. Plus le nombre de gens déviant de la norme est élevé, plus il est facile pour un agent de dévier de la norme.

Cette fonction permet donc d'expliquer pourquoi certaines personnes coopèrent dans un dilemme du prisonnier en suivant une norme de coopération. Par contre, si l'autre joueur dévie de la norme, cette dernière ne tient plus et l'agent peut vouloir dévier lui aussi. Cela modélise très bien la réciprocité entre deux joueurs. Ce modèle a la particularité de se concentrer sur les conséquences et

non sur les intentions. Que la norme soit suivie par choix ou non, cela a peu d'importance tant qu'elle est suivie. Cela permet de modéliser des joueurs passifs que le modèle de la réciprocité ne pouvait expliquer correctement. Mais, pour modéliser le fait qu'un agent neutre en punisse un autre, l'auteur propose une modification à son modèle de base.

L'auteur augmente donc son modèle en ajoutant une perte d'utilité issue de la colère qu'une personne éprouve lorsqu'une autre personne fait des gains en déviant de la norme sociale. Par simplicité, la colère est tournée vers le joueur obtenant le plus grand gain en bafouant la norme, mais cela n'est pas une hypothèse obligatoire. Mathématiquement :

$$utilité = [...] - agressivité \cdot \max(\text{gain}_{\text{joueur irrespectueux des normes}})$$

Le coefficient d'agressivité représente à quel point l'individu est en colère et est restreint à des valeurs entre 0 et 1. En fait, le coefficient d'agressivité peut être vu comme étant le cout maximal qu'un agent est prêt à encourir pour punir un autre individu d'une unité monétaire. L'agent sera alors porté à réduire le gain du joueur bafouant les normes afin de diminuer sa perte d'utilité. Pour ce faire, il faut que le cout de la punition soit inférieur à la diminution de la perte d'utilité issue de la colère. Une personne avec un grand coefficient d'agressivité sera plus prompte à punir qu'une personne avec un petit coefficient d'agressivité. Cela permet d'abord d'expliquer la punition infligée par l'agent à la personne déviant de la norme sociale lorsque l'agent est un joueur actif du jeu. Puis, dans un deuxième temps, cela explique l'action d'un arbitre neutre punissant un autre joueur qui ignore la norme que l'arbitre aurait, lui, suivie dans cette situation.

Ce modèle est donc plus adapté pour expliquer le phénomène de punition que les autres modèles présentés précédemment. Il peut expliquer l'intervention d'arbitres neutres et expliquer les pénalités attribuées à un joueur ayant un revenu plus faible que celui de l'arbitre. De plus, il peut expliquer les changements de comportement lors de l'ajout d'un tiers spectateur. Si l'on suppose que ce spectateur suit la norme en jeu, il y a un joueur de plus respectant la norme, ce qui la renforce aux yeux de l'agent la respectant.

Par contre, le modèle est incapable d'expliquer pourquoi des individus vont punir des joueurs respectueux des normes. L'étude de Fehr et Fischbacher démontre que 8 % des gens non coopératifs ont puni les gens coopératifs. Pour y arriver, il faudrait que ces joueurs suivent une norme de non-coopération, ce qui serait irréaliste puisque les normes sociales sont presque

exclusivement vues comme étant un mécanisme de promotion de comportements prosociaux assurant la cohérence d'une société³⁵.

De plus, même si le coefficient d'agressivité peut être calculé à postériori, il est difficile de calculer la perte d'utilité reçue par un agent ignorant la norme. En effet, la fonction de *respect* qui dépend du nombre de joueurs se soumettant à la norme est indéfinie. L'auteur simplifie lui-même à l'extrême cette fonction en supposant qu'aussitôt qu'un joueur bafoue la norme, le modèle ne prédit plus si les autres joueurs vont suivre la norme ou non. Des recherches supplémentaires devraient être faites pour définir cette fonction ou pour vérifier s'il est possible de définir une telle fonction.

Résumé

Trois grandes familles de théories alternatives ont essayé de combler les lacunes du modèle économique classique qui modélisait l'être rationnel comme étant centré sur son unique intérêt. Les théories de la réciprocité et d'aversion à l'inégalité offrent des explications efficaces afin de modéliser la coopération conditionnelle dans des jeux du type du dilemme du prisonnier. Par contre, comme l'utilité reste centrée sur l'agent, elle échoue à modéliser les situations où l'agent n'est pas directement concerné par une situation et que son gain n'est pas comparable avec celui des autres. En ce sens, les théories basées sur la norme sociale sont plus adaptées puisqu'elles ne sont pas uniquement centrées sur l'agent et permettent à ce dernier d'être interpellé par une situation ne le concernant pas directement. Un individu témoin d'inégalités ou de méchanceté sera affecté par ces situations et agira en conséquence. Par contre, toutes les situations hors de l'intérêt d'un agent ne se résument pas à des normes sociales. Ces modèles restent donc quelque peu incomplets.

Peu importe le modèle alternatif, nous pouvons relever une difficulté importante : les différents coefficients utilisés dans les équations sont facilement évaluables à postériori, mais ils sont presque impossibles à estimer à priori. Ces modèles permettent donc d'expliquer ce que les joueurs ont pris comme décision, mais ont un faible pouvoir de prédiction. Il serait difficile de demander à quelqu'un quel est son coefficient d'aversion à l'inégalité ou sa fonction de honte à ne pas respecter une norme sociale. Ce sont plus souvent des variables binaires. Par exemple, quelqu'un peut se dire qu'il s'oppose ou non à l'inégalité, mais pas à quel degré.

³⁵ López-Pérez, Raúl, op. cit, page 2.

Sommaire

Nous avons vu dans cette section que le comportement d'un individu dépendait de divers facteurs très variés, notamment sa personnalité, sa culture, son lien avec autrui et sa perception d'une situation. Des théories alternatives se sont attardées à un élément précis influençant la décision d'un individu sans toutefois essayer d'englober d'autres éléments. Nous réunirons dans la deuxième partie de ce mémoire les différentes théories alternatives dans un tout cohérent.

Le modèle d'équilibre comportemental

Dans cette section, nous développerons un modèle d'équilibre comportemental afin de pallier les lacunes des théories actuelles. Le premier élément composant notre modèle est celui de préférences hétérogènes basées sur les objectifs que poursuit un individu plutôt que sur la maximisation simple du gain individuel. Cela suppose que les préférences d'un individu ne se limitent pas qu'à ses préférences personnelles, mais qu'elles prennent en compte les préférences d'autres individus. Nous proposons donc une méthode de construction des fonctions d'utilité basée sur des objectifs personnels.

Pour retrouver une dynamique comportementale dans laquelle les actions des individus changent en réaction à celle des autres, nous devons définir un nouveau type d'équilibre. Ce nouvel équilibre comportemental fait appel à la notion de satisfaction d'un individu se distinguant de l'équilibre statique de Nash.

Pour compléter le modèle, nous expliquerons comment il peut être utilisé pour incorporer des notions de normes sociales ou d'influences extérieures plus générales sur leurs actions.

Les préférences

Afin de respecter le fait que les préférences des individus sont hétérogènes, nous devons abandonner l'hypothèse classique de la maximisation des gains. Par contre, nous utiliserons toujours un modèle basé sur l'utilité et la maximisation de cette dernière. Au lieu d'utiliser une relation directe entre gain pécuniaire et utilité, nous faisons l'hypothèse que l'individu se fixe des objectifs à atteindre et que c'est l'atteinte de ces objectifs qui déterminent l'utilité de l'individu. Évidemment, rien n'empêche que cet objectif soit un gain pécuniaire précis. D'ailleurs, nous nous limiterons à ce type d'objectif pour simplifier la présentation du modèle.

Les individus se fixent donc tous des objectifs différents à atteindre reflétant leurs goûts et leurs ambitions personnelles. La comparaison entre leur objectif et leur situation finale détermine l'utilité de l'agent. Plus le gain sera proche (ou loin) de l'objectif fixé, plus l'utilité sera grande (ou petite). Cela semble vaste à première vue, mais nous pouvons réduire ces objectifs à cinq comparaisons de base couvrant la majorité des cas.

Avant de décrire en détail ces objectifs de base, il serait utile de comprendre comment nous les utiliserons par la suite. Ces différents objectifs de base serviront à construire les préférences d'un individu. Ces préférences sont de deux ordres : les préférences personnelles et les préférences

sociales. À leur tour, les préférences serviront à construire la fonction d'utilité comportementale utilisée pour modéliser le comportement d'un individu.

Les préférences personnelles représentent l'utilité d'un individu par rapport à ses propres gains. Ce dernier se fixe un objectif et l'utilité retirée ne concerne que l'atteinte de cet objectif. Si l'on ne se limitait qu'à ce type de préférence, nous retrouverions un modèle de préférence semblable au modèle classique où l'individu est centré sur son propre intérêt. La principale distinction que notre modèle apporte est que son intérêt ne réside pas nécessairement dans la maximisation de son gain.

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, les individus ne se préoccupent pas seulement de leur gain personnel, mais aussi de celui des autres joueurs. La méthode que nous utiliserons pour modéliser ces préférences sociales est la même que pour les préférences personnelles. Au lieu de fixer un objectif pour son propre gain, l'agent fixe un objectif pour le gain des autres joueurs.

Ici, il faut souligner que les préférences sociales ne sont pas nécessairement partagées entre l'agent et le joueur et ne sont pas non plus nécessairement réciproques. Elles ne sont pas partagées dans le sens où, si un agent désire minimiser le gain d'un individu, cet individu ne veut pas nécessairement minimiser son propre gain. Il peut donc y avoir un conflit entre les objectifs qu'un agent se fixe et les objectifs que les autres joueurs lui apposent. Ces préférences ne sont pas non plus nécessairement réciproques puisque ce n'est pas parce qu'un agent cherche à maximiser le gain d'un joueur que ce joueur lui rendra la pareille. Bien que certains individus puissent se fixer comme objectif la réciprocité, elle n'est pas une composante nécessaire au modèle.

Les objectifs d'un agent

Nous décrivons maintenant les cinq objectifs de base sur lesquels nous nous appuierons afin de construire les préférences d'un agent. Trois objectifs comparent les gains d'un individu et le but fixé à l'aide d'égalités mathématiques alors que deux autres utilisent des inégalités. Cela ne couvre probablement pas toutes les possibilités de modélisation, mais elles suffisent à construire la majorité des situations testées en laboratoire. Il faut donc avoir à l'esprit que d'autres formes d'objectif pourraient être conçues, mais ces formes restent tout de même marginales.

Maximisation du gain

Le premier objectif que nous décrivons est celui de la maximisation du gain. Cela revient mathématiquement à vouloir que *l'objectif* = $+\infty$. Donc, plus le gain est grand, plus l'utilité de

l'individu sera grande. Ce type d'objectif permet de modéliser le cas classique où l'agent cherche tout simplement à faire le maximum de gains possible selon les circonstances.

Lorsque cet objectif est utilisé pour modéliser les préférences personnelles, nous retrouvons exactement le modèle utilisé dans les théories classiques. Cet objectif est donc adéquat pour modéliser des entreprises voulant maximiser leurs profits ou des consommateurs voulant maximiser leur consommation. Notre modèle inclut donc le modèle classique comme étant un cas particulier.

Lorsqu'un agent essaie de maximiser le gain d'un autre individu, cela démontre une relation de bienveillance envers cet individu. Cela peut modéliser des relations basées sur la loyauté, l'amour ou l'empathie ou bien des relations basées sur la raison et un commun accord de coopération ou d'entraide.

Minimisation du gain

L'individu peut vouloir minimiser le gain en ayant un *objectif* $= -\infty$. Donc, plus le gain est bas, plus l'utilité de l'individu sera grande. Cela peut sembler surprenant puisque cet objectif se situe à l'opposé des hypothèses de la théorie classique. Il faut l'avouer, il est un cas rare de préférences personnelles, mais il peut tout de même modéliser des comportements autodestructeurs ou suicidaires.

Bien que ce type d'objectif soit marginal dans les préférences personnelles, il se retrouvera beaucoup plus fréquemment dans les préférences sociales. Dans ce cas, un individu peut vouloir minimiser les gains d'un autre joueur. Cela permet donc de modéliser une panoplie d'émotions négatives entre différents individus. Un agent peut simplement détester une autre personne et vouloir ainsi minimiser ses gains. Un individu peut s'être comporté de façon inadéquate envers un agent qui cherchera à punir l'individu par vengeance. Cet objectif n'est pas nécessairement adopté par un agent émotif et peut représenter un monopole prenant tous les moyens possibles pour sortir du marché un nouveau concurrent.

Atteinte exacte d'un objectif

Un individu peut vouloir atteindre un gain précis. Tout écart, positif ou négatif, de cet objectif diminue l'utilité de l'agent. Un exemple d'un tel objectif pour des préférences personnelles est qu'un individu peut vouloir que son gain soit le même que celui d'un autre individu ou encore qu'il soit égal à la moyenne des autres individus. Lorsque ce type d'objectif est utilisé pour modéliser les préférences personnelles, nous nous retrouvons sensiblement avec la même fonction d'utilité que

de celle du modèle d'aversion à l'inégalité. Par contre, ce dernier est asymétrique avec un coefficient d'envie supérieur à celui de la honte. Cela est superflu dans notre modèle puisque les individus ne sont pas limités à ce seul type de comportement. Par exemple, prenons une population où il y aurait des agents égalitaires stricts et des gens ayant comme objectif d'avoir au minimum le gain moyen. En agrégé, nous arrivons avec un coefficient de honte nécessairement inférieur à celui de l'envie.

Une autre chose à remarquer est que nous classons un comportement égalitaire comme étant une préférence personnelle alors qu'il a toujours été classé comme une préférence sociale dans la littérature actuelle. En effet, ici, l'agent ne considère pas la situation de l'autre, mais uniquement la sienne, c'est-à-dire que l'utilité de l'agent ne dépend pas directement du gain d'autrui, mais uniquement du sien. Peu importe que les autres joueurs aient des gains élevés ou faibles, ce qui importe pour l'agent est que son gain soit le même que celui des autres.

Contrairement à la préférence personnelle qui vise à ce que le gain de l'agent soit égal à celui de la moyenne, la préférence sociale se préoccupe du fait que les autres aient un gain égal à la moyenne. Cela permet d'expliquer la compensation donnée à un individu victime d'un partage inégalitaire d'une ressource. Ce type d'objectif peut être fixé par un représentant syndical ne voulant pas seulement que sa situation salariale soit semblable à celle du marché, mais que celle de tous les autres travailleurs qu'il représente le soit aussi. Un agent voudra peut-être préserver le statu quo d'un individu en cherchant à ce que ce dernier ne fasse aucun gain ou aucune perte et ne soit ainsi pas affecté par sa décision.

Seuil minimal

Un individu peut désirer que son gain soit au moins supérieur à l'objectif : $gain > objectif$. Cet objectif sert principalement à modéliser des situations d'émulation où un individu veut au moins atteindre un certain seuil et ne pas perdre d'utilité si ce seuil est dépassé. L'exemple classique du prix pour un producteur et un consommateur capture bien cet objectif pour des préférences personnelles. Un vendeur va vouloir vendre un bien au moins au prix coutant, mais ne verrait pas d'inconvénient à le vendre plus cher. De même, on peut modéliser l'inverse : $perte < objectif$. Cependant, un acheteur définira un prix maximum qu'il désire payer pour un bien, mais ne verrait pas d'inconvénient à l'acheter moins cher.

Lors de la présentation de l'objectif précédant, nous avons donné un exemple de fixation d'un seuil minimal de gain en modélisant une personne voulant au minimum le même gain que les autres joueurs. Ce type d'objectif n'est pas simplement limité à modéliser l'aversion à l'inégalité. Par exemple, un agent peut avoir une aversion au risque et désirer, dans un jeu en particulier, ne pas subir de perte. Son objectif sera alors de ne faire, dans le pire des cas, aucun gain. Aussitôt qu'il fait un gain, cet agent est satisfait de la résolution du jeu. Cependant, il ne le serait pas s'il subissait une perte quelconque.

Un agent pourrait vouloir maximiser son gain, mais uniquement si cela ne fait pas subir de perte aux autres joueurs. À ce moment, l'agent peut fixer comme objectif un seuil minimal de zéro pour le gain d'autrui. De cette façon, si l'un d'eux subit une perte, son utilité sera diminuée. Cet objectif permet donc de modéliser un comportement que l'on pourrait qualifier de gentleman.

Seuil maximal

Un seuil maximal de gain pourrait être recherché par un individu dont le $gain < objectif$ ou dont la $perte > objectif$. Comme dans le cas de la minimisation des gains, se fixer un objectif d'un seuil maximal de gain est un phénomène marginal pour les préférences personnelles. Ce type d'objectif est beaucoup plus approprié pour modéliser des préférences sociales. Nous pouvons tout de même noter que cet objectif peut modéliser la honte que quelqu'un peut ressentir lorsqu'il obtient un gain supérieur à celui d'une autre personne, surtout sans raison apparente.

Dans le cas des préférences sociales, cet objectif permet de modéliser certains aspects d'un marché concurrentiel. Un agent voudra peut-être essayer de limiter la croissance d'un compétiteur en essayant de lui imposer une taille maximale. Par exemple, une entreprise va peut-être vouloir qu'un compétiteur n'accapare pas plus de 10 % des parts de marchés. Si le compétiteur croît au-delà de 10 %, l'entreprise commencera peut-être à s'inquiéter davantage de sa concurrente et ainsi changer de stratégie.

Résumé

Dans cette section, nous avons identifié deux types de préférences. Les préférences personnelles représentent ce que l'agent désire pour lui-même alors que les préférences sociales représentent ce qu'un agent désire pour les autres. Afin de construire ces préférences, nous utilisons les cinq objectifs de bases ci-dessous.

Tableau 1: Objectifs de base

Objectif	Représentation
Maximisation du gain	$objectif = +\infty$
Minimisation du gain	$objectif = -\infty$
Objectif exact	$objectif = gain$
Seuil minimal	$objectif < gain$
Seuil maximal	$objectif > gain$

La fonction d'utilité

À l'aide des préférences d'un individu, nous construirons une fonction d'utilité permettant de résoudre mathématiquement la prise de décision de l'individu avec les outils déjà existants. Cette fonction d'utilité est simplement l'addition de l'utilité retirée des préférences personnelles et sociales. Donc, la fonction somme l'utilité qu'un agent retire de la situation finale de chacun des joueurs par rapport à l'objectif que l'agent leur a fixé.

Par contre, nous ne pouvons pas simplement additionner ces différentes utilités. Supposons qu'un agent veuille à la fois maximiser son gain et celui de son partenaire et que les gains suivants sont possibles (6,2), (8,0), (4,4) et (10,-2). Si nous faisons l'hypothèse classique que l'utilité est égale au gain d'un individu, nous nous retrouvons dans tous les cas avec des utilités de 8. Cela ne nous aide guère à résoudre ce problème.

Afin de pouvoir additionner adéquatement les différents types d'utilité, nous ramènerons sur une échelle de 0 à 1 l'utilité obtenue pour chacune des préférences. La valeur nulle représente dans cette échelle la pire des situations par rapport à l'objectif fixé alors que la valeur 1 est l'atteinte parfaite de cet objectif. Les valeurs intermédiaires représentent à quel degré l'objectif a été atteint. Une utilité de 0,53 signifie donc que 53 % de l'objectif est atteint alors qu'une utilité de 1 signifie que 100 % de l'objectif est atteint. Nous avons donc choisi cette échelle non seulement pour sa simplicité, mais aussi pour son côté intuitif.

Nous appellerons donc l'utilité représentant le pourcentage atteint de l'objectif fixé pour un individu « utilité morale ». Ici, le mot « moral » n'est pas utilisé dans le sens de ce qui est bien ou accepté

socialement de faire, mais de ce qui correspond aux valeurs propres à un individu. L'utilité morale est donc le sentiment de satisfaction qu'un agent retire lorsqu'un individu particulier, ou lui-même, se retrouve dans la situation qu'il mérite selon le point de vue de cet agent.

L'utilité d'un agent est donc la somme pondérée de l'utilité morale que l'on retire de chacun des joueurs participants à un jeu y compris soi-même. Cette fonction d'utilité aura donc la forme suivante :

$$Utilité_i = \sum_{j=1}^N poid_j \text{ utilité_morale}(\text{joueur}_j, \text{objectif}_j)$$

Ou celle-ci :

$$Utilité_i = \prod_{j=1}^N \text{ utilité_morale}(\text{joueur}_j, \text{objectif}_j)^{poid_j}$$

La somme des pondérations affectées à chaque joueur doit être égale à 1 et chacune des pondérations individuelles doit être incluse entre 0 et 1. Une pondération de 0 signifie que l'agent est indifférent au joueur et que ce dernier n'apparaît pas dans sa fonction d'utilité.

La raison pour laquelle nous utilisons deux formes fonctionnelles est simple : chacune des formes a des caractéristiques mathématiques qui sont indésirables du point de vue de l'intuition du modèle. Dans sa forme linéaire lors d'un jeu à somme nulle, un agent cherchant à maximiser les gains de tous les joueurs sera indifférent entre toutes les répartitions possibles des gains. Par contre, intuitivement, un agent partagerait équitablement les gains entre chaque joueur. Dans une telle situation, la fonction concave de type Cobb-Douglas est plus appropriée. Par contre, cette dernière étant multiplicative, elle devient nulle aussitôt que l'une des utilités morales vaut zéro. Donc, selon la situation, il vaut mieux utiliser une forme plutôt que l'autre.

Premièrement, peu importe sa forme, la fonction d'utilité permet de modéliser le cas classique où l'agent ne se préoccupe que de son utilité personnelle et n'a pas de préférence sociale. Dans ce cas, la pondération de 1 est attribuée à l'utilité morale de l'agent alors que la pondération de 0 est attribuée à la totalité des autres joueurs. Deuxièmement, cela permet d'ignorer certains joueurs dont un agent ne se préoccupe pas. Lors de rencontres anonymes, ou lorsque l'agent fait face à un très grand nombre de joueurs, il est normal de ne pas se préoccuper du gain de tous les autres

joueurs. Troisièmement, comme une pondération nulle peut être affectée à l'utilité de l'agent, ce dernier peut avoir un comportement désintéressé de son gain personnel. Ainsi, le modèle permet de représenter des gens purement altruistes ne se préoccupant que du bien-être des autres.

Dans la majorité des exemples que nous utiliserons, nous supposerons que l'agent considère également tous les joueurs sauf dans le cas où il est indifférent à un joueur. La pondération sera alors de $\frac{1}{n}$ où n est le nombre de joueurs - incluant l'agent- pour lequel l'agent n'est pas indifférent.

L'utilité morale est calculée différemment selon les différents objectifs fixés. Nous utiliserons donc les équations suivantes :

Tableau 2: Fonctions d'utilité morale

Maximisation des gains	$\frac{\text{Gain} - \text{Gain Minimum}}{\text{Gain Maximum} - \text{Gain Minimum}}$
Minimisation des gains	$1 - \frac{\text{Gain} - \text{Gain Minimum}}{\text{Gain Maximum} - \text{Gain Minimum}}$
Objectif exact	$1 - \left \frac{\text{Écart entre le gain et l'objectif}}{\text{Écart maximum entre le gain et l'objectif}} \right $
Seuil minimal	$\min \left(1, 1 - \frac{\text{objectif} - \text{gain}}{\text{objectif} - \text{gain minimum}} \right)$
Seuil maximal	$\min \left(1, 1 - \frac{\text{gain} - \text{objectif}}{\text{gain maximum} - \text{objectif}} \right)$

Exemples

Nous calculerons des fonctions d'utilité pour un même jeu du dilemme du prisonnier avec un agent de chaque type afin de donner des exemples concrets des différentes fonctions d'utilité. Cela devrait faciliter leur compréhension. La matrice de ce jeu du dilemme de prisonnier en question est :

	Coopération	Trahison
Coopération	2 : 2	0 : 3
Trahison	3 : 0	1 : 1

Afin de calculer les différentes utilités lorsqu'un objectif précis doit être identifié, nous utiliserons le gain de l'autre joueur dans le cas où un objectif exact est fixé. Dans le cas des objectifs avec un seuil minimum ou maximum, nous utiliserons le gain moyen de 1.5. Les utilités seront donc les suivantes :

Tableau 3: Calcul d'utilité pour un dilemme du prisonnier

Objectifs	CC	CT	TC	TT
Maximisation	$\frac{2-0}{3-0} = 0.66$	$\frac{0-0}{3-0} = 0$	$\frac{3-0}{3-0} = 1$	$\frac{1-0}{3-0} = 0.33$
Minimisation	$1 - \frac{2-0}{3-0} = 0.33$	$1 - \frac{0-0}{3-0} = 1$	$1 - \frac{3-0}{3-0} = 0$	$1 - \frac{1-0}{3-0} = 0.66$
Objectif exact	$1 - \left \frac{2-2}{3-0} \right = 1$	$1 - \left \frac{0-3}{3-0} \right = 0$	$1 - \left \frac{3-0}{3-0} \right = 0$	$1 - \left \frac{1-1}{3-0} \right = 1$
Seuil minimal	$\min\left(1, 1 - \frac{1.5-2}{1.5-0}\right) = 1$	$\min\left(1, 1 - \frac{1.5-0}{1.5-0}\right) = 0$	$\min\left(1, 1 - \frac{1.5-3}{1.5-0}\right) = 1$	$\min\left(1, 1 - \frac{1.5-1}{1.5-0}\right) = 0.66$
Seuil maximal	$\min\left(1, 1 - \frac{2-1.5}{3-1.5}\right) = 0.66$	$\min\left(1, 1 - \frac{0-1.5}{3-1.5}\right) = 1$	$\min\left(1, 1 - \frac{3-1.5}{3-1.5}\right) = 0$	$\min\left(1, 1 - \frac{1-1.5}{3-1.5}\right) = 1$

Résumé

Nous avons modélisé la fonction d'utilité d'un agent comme étant la somme pondérée des utilités morales en tenant compte des objectifs fixés à chacun des joueurs en incluant l'agent lui-même. L'utilité varie donc entre 0 et 1 où une utilité nulle représente la pire situation possible pour l'agent et une utilité entière représente la meilleure issue possible. Une pondération nulle pour l'utilité morale nous permet de modéliser l'indifférence d'un agent envers un autre joueur. Cette nouvelle fonction d'utilité peut alors être utilisée comme n'importe quelle fonction d'utilité et s'intègre aux autres théories déjà existantes basées sur l'utilité d'un individu.

Attitudes et comportements

Les objectifs fixés à chacun des joueurs ont une représentation mathématique assez abstraite. C'est pour cela que, dans cette section, nous décrirons certaines attitudes ou certains comportements qui

peuvent être modélisés à partir des cinq types d'utilité morale que nous avons présentés. Cela rendra le modèle plus concret et intuitif.

Par attitude, nous entendons la relation que l'agent a envers un autre joueur. Elle exprime donc en mots chacun des objectifs dont dépend l'utilité morale. Les comportements, quant à eux, servent à décrire l'ensemble des attitudes qu'un agent entretient envers chacun des joueurs.

Les attitudes types

Les exemples d'attitudes types que nous vous présenterons sont loin d'être exhaustifs, mais ils rassemblent les attitudes les plus souvent rencontrées. Nous traiterons, dans l'ordre, d'attitudes altruiste, délétère, égalitaire et neutraliste.

Altruiste

Une personne altruiste va chercher à maximiser le gain d'un autre joueur. À l'inverse, un individu qui chercherait plutôt à maximiser son propre gain serait égoïste. Dans les deux cas, l'utilité morale est calculée en maximisant le gain du joueur. Cette attitude permet de modéliser des situations où certains joueurs font partie d'un même clan ou forment une alliance stratégique. Si un individu a une attitude altruiste envers un autre joueur alors qu'il est indifférent à son propre gain, cela permet de modéliser le sacrifice de son propre bien-être pour celui d'autrui. De cette façon, nous pouvons modéliser le comportement d'un père sacrifiant sa qualité de vie en travaillant trop, même au détriment de sa santé, dans le but d'offrir de meilleures chances à ses enfants.

Délétère

Un joueur ayant une attitude délétère va chercher à nuire à un autre individu en tentant de maximiser les pertes d'un autre joueur. Un joueur ayant une attitude délétère envers lui-même aura un comportement dit suicidaire. Cette attitude permet de modéliser un monopole ou des oligopoles se liguant contre un nouveau concurrent pour le sortir du marché. Elle peut aussi modéliser un sentiment de vengeance et son influence sur les décisions d'un individu.

Égalitaire

Un agent ayant une attitude égalitaire désire que l'écart de gains entre les deux joueurs soit le plus petit possible. La cible à atteindre est donc le gain de l'un des joueurs. Par convention, nous utiliserons toujours le gain de l'agent dans ce cas. Cela permet de modéliser l'aversion pour l'inégalité et les soucis d'équité.

Neutraliste

Une attitude neutraliste cherche à ne pas faire subir de perte chez un joueur. Cela peut servir à modéliser des oligopoles tacites où chacun maximise ses gains sans chercher à gruger les parts de marché d'un concurrent (qu'il ne subisse donc pas de perte) de peur de commencer une guerre de prix par exemple.

Les comportements types

Avec ces simples attitudes, nous pouvons construire quelques comportements types.

Compétitif

Le premier comportement nous venant à l'esprit est le comportement compétitif classique où l'individu a une attitude égoïste (altruiste envers lui-même) et est indifférent à tous les autres joueurs. Mais le modèle permet de comprendre d'autres types de compétition. Dans le jargon populaire, nous parlons souvent de saine compétition ou de compétition malsaine, ce que nous pouvons modéliser. Un joueur pourra avoir un esprit de saine compétition s'il cherche à maximiser son utilité tout en ayant une attitude neutraliste envers ses concurrents. Une compétition malsaine peut s'installer si un agent adopte une attitude délétère avec ses adversaires tout en maximisant son gain.

Coopératif

Nous pouvons modéliser d'autres comportements qui ne sont pas nécessairement compétitifs. Une personne aura un comportement coopératif si elle est altruiste envers tout le monde incluant elle-même. Elle pourra avoir un comportement de clan si elle est altruiste envers certains joueurs et indifférente aux autres ne faisant pas partie du même groupe. Si l'attitude envers le clan rival est délétère, nous nous retrouvons avec une guerre de clans comme cela peut arriver entre différents groupes criminalisés. Cela permet de modéliser des situations de jeux coopératifs sans nécessairement supposer que les joueurs forment une alliance formelle afin de redistribuer leurs gains entre eux par la suite.

Égalitaire

Un agent a un comportement égalitaire lorsqu'il a une attitude égalitaire pour tous les joueurs incluant lui-même.

Purement altruiste

Un comportement purement altruiste suppose que l'agent est altruiste envers les autres joueurs et qu'il est indifférent à ses gains personnels. Ce type de comportements exprime le souci des autres et l'esprit de sacrifice.

Exemples

Dans tous les exemples utilisés dans ce mémoire, nous attribuerons la couleur **bleue** au joueur de colonne alors que la couleur **rouge** sera attribuée au joueur de ligne. Lorsqu'une cellule de la matrice de jeu a des bordures en gras, cela représente le ou les équilibres de Nash. Reprenons le jeu classique du dilemme du prisonnier avec la structure de gain suivante :

	Coopération	Trahison
Coopération	2 : 2	0 : 3
Trahison	3 : 0	1 : 1

Nous résoudrons ce jeu à plusieurs reprises avec des agents adoptant différents comportements.

Compétitif

Commençons d'abord par le comportement classique où les deux joueurs sont compétitifs. Comme l'agent est indifférent à l'autre joueur, nous pouvons nous contenter de calculer uniquement l'utilité morale puisqu'il n'y a qu'un seul joueur entrant dans la fonction d'utilité comportementale, et que son poids sera de 1. Rappelons que l'utilité morale sera calculée à l'aide de la formule :

$$\frac{\text{Gain} - \text{Gain Minimum}}{\text{Gain Maximum} - \text{Gain Minimum}}$$

Le gain maximum de l'agent est de 3 alors que le minimum est de 0. Dans la situation où les deux joueurs coopèrent, le gain est $\frac{2-0}{3-0} = 0,66$ alors qu'il est de $\frac{1-0}{3-0} = 0,33$ dans le cas où les deux se trahissent. Dans le cas où l'agent trahit et que le joueur coopère, l'agent trahissant a comme utilité morale $\frac{3-0}{3-0} = 1$ et le joueur coopérant a une utilité de $\frac{0-0}{3-0} = 0$.

Nous aurons donc la matrice de gains comportementaux suivante :

	Coopération	Trahison
Coopération	0,66 : 0,66	0 : 1
Trahison	1 : 0	0,33 : 0,33

Ici, il n'y a aucune surprise à constater que la résolution du jeu donne le même résultat que celui de l'équilibre de Nash, c'est-à-dire que l'équilibre est la situation où les deux joueurs se trahissent.

Après tout, notre modèle se veut plus général que le modèle classique tout en l'englobant. Mais voyons ce qui se passe si les deux joueurs sont plutôt coopératifs que compétitifs.

Coopératif

Ici, nous utilisons la même formule d'utilité morale que dans le cas compétitif puisque l'objectif est le même, soit la maximisation du gain des joueurs. Par contre, comme l'agent n'est pas indifférent à l'autre joueur, ce premier doit considérer le gain de l'autre joueur. Nous devons donc utiliser la fonction d'utilité comportementale avec un poids de 0,5 pour chacun des joueurs.

Dans la situation où les deux joueurs coopèrent, le gain est de $0,5 * \frac{2-0}{3-0} + 0,5 * \frac{2-0}{3-0} = 0,66$ alors qu'il est de $0,5 * \frac{1-0}{3-0} + 0,5 * \frac{1-0}{3-0} = 0,33$ dans le cas où les deux se trahissent. Dans le cas où l'agent trahit et que le joueur coopère, les deux joueurs auront comme utilité morale $0,5 * \frac{3-0}{3-0} + 0,5 * \frac{0-0}{3-0} = 0,5$,

ce qui donne la matrice de gains comportementaux suivante :

	Coopération	Trahison
Coopération	0,66 : 0,66	0,5 : 0,5
Trahison	0,5 : 0,5	0,33 : 0,33

Lorsque l'on résout le jeu, nous trouvons comme équilibre de Nash que les deux joueurs vont coopérer. Cela diffère grandement de la théorie classique, mais peut expliquer pourquoi il arrive souvent en laboratoire que le résultat soit un équilibre de coopération.

Égalitaire

Dans la situation où les deux joueurs coopèrent, le gain est de $0,5 * 1 - \frac{0}{3} + 0,5 * 1 - \frac{0}{3} = 1$ alors qu'il est de $0,5 * 1 - \frac{0}{3} + 0,5 * 1 - \frac{0}{3} = 1$ dans le cas où les deux se trahissent. Dans le cas où l'agent trahit et que le joueur coopère, les deux joueurs auront comme utilité morale $0,5 * 1 - \frac{3}{3} + 0,5 * 1 - \frac{3}{3} = 0$.

Avec la matrice suivante :

	Coopération	Trahison
Coopération	1 : 1	0 : 0
Trahison	0 : 0	1 : 1

Dans ce cas, nous nous retrouvons avec deux équilibres de Nash (Coopération mutuelle ou trahison mutuelle) et nous avons désormais un jeu avec un problème de coordination. Dans la prochaine section, nous nous attarderons aux situations où plus d'un équilibre est possible.

Les objectifs secondaires

Lorsque l'on calcule l'utilité d'un agent, il peut arriver que plusieurs situations atteignent complètement les objectifs de l'agent. Selon la théorie classique, cet agent serait tout simplement indifférent aux deux situations. Par contre, dans la réalité, une personne égalitaire se retrouvant avec le choix d'un gain de (2,2) ou de (1,1)- comme dans notre exemple du dilemme du prisonnier choisira vraisemblablement le gain le plus élevé. Cela démontre que, lorsque deux situations sont équivalentes, un agent va utiliser un critère supplémentaire pour distinguer la meilleure situation. Ce dernier va donc faire appel à des objectifs secondaires.

Dans notre exemple, en supposant que l'objectif secondaire soit de maximiser son propre gain, nous devons créer une deuxième matrice de gain. Par convention, nous attribuerons la valeur -1 à chaque situation n'ayant pas été retenue pour le premier objectif. Ainsi, nous nous retrouvons avec une nouvelle matrice :

	Coopération	Trahison
Coopération	1 : 1	-1 : -1
Trahison	-1 : -1	0 : 0

Dans ce cas, il est clair que l'équilibre devient la coopération mutuelle et non la trahison mutuelle.

Cette étape supplémentaire où l'on applique un second objectif peut être répétée à plusieurs reprises si cela est nécessaire. Nous répétons l'étape jusqu'à ce que l'on soit devant une situation où le choix de l'agent est unique ou jusqu'à ce que l'agent n'ait plus d'autres objectifs tiers. Il est donc toujours possible qu'un agent soit indifférent entre deux choix, surtout s'il est déjà indifférent aux gains des autres joueurs.

Les objectifs secondaires sont principalement utiles lorsque des objectifs ayant un seuil minimal ou maximal sont utilisés. Dans ce cas, il y a souvent une panoplie de situations remplissant ces objectifs. Ces types d'objectif servent donc à filtrer dans un premier temps les choix de l'individu pour n'en retenir que quelques-uns. Par exemple, un agent peut vouloir maximiser son utilité parmi toutes les situations où aucun joueur ne subit de perte. Son objectif principal est donc d'être neutre

envers tous les joueurs et de filtrer une première fois les situations où un individu est perdant. L'objectif secondaire étant de maximiser son gain individuel, l'agent pourra choisir l'action lui convenant le mieux selon ce second objectif parmi les choix restants.

Résumé

Afin de rendre notre modèle plus intuitif et facile à utiliser, nous avons commencé à définir un certain vocabulaire afin d'identifier des attitudes et des comportements précis. Nous avons ensuite utilisé ces attitudes pour résoudre le dilemme du prisonnier et ainsi voir comment pouvaient s'articuler les différents équilibres possibles. Nous avons ajouté les notions d'objectif et d'attitude secondaire au modèle permettant ainsi de sélectionner un équilibre parmi plusieurs choix équivalents.

L'équilibre comportemental

Jusqu'à maintenant, nous avons un modèle incluant la théorie classique et celle d'aversion à l'inégalité. Par contre, notre modèle ne permet pas encore de modéliser la coopération conditionnelle telle que pourraient le faire les modèles de réciprocité. Si une personne coopérative rencontre un individu compétitif, nous nous retrouvons avec la matrice de jeu suivante :

		Coopératif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,66 : 0,66	0 : 0,5
	Trahison	1 : 0,5	0,33 : 0,33

Le joueur compétitif a une stratégie dominante qui consiste à toujours trahir autrui, alors que le joueur coopératif a une stratégie dominante consistant à toujours coopérer. Dans le cas où le type de chacun des joueurs est inconnu de l'autre, nous nous retrouvons dans un équilibre où le joueur coopératif coopère et le joueur égoïste ne le fait pas. Par contre, dans le cas où les deux joueurs connaissent le type de l'autre, notre modèle prédit que cela ne changera rien à l'issue du jeu. Par contre, la théorie de la réciprocité prédit un changement de comportement de la part du joueur coopératif. Il nous manque donc une dynamique comportementale que nous retrouvons seulement dans la théorie de la réciprocité.

Pour cela, nous devons définir un nouveau type d'équilibre afin de remplacer la notion d'équilibre de Nash. Le problème de l'équilibre de Nash est qu'il est statique. Peu importe ce qui se passe, les individus se comportent toujours de la même façon et n'essaient jamais de changer le

comportement des autres individus ou le leur. Ce n'est pas surprenant que ce type d'équilibre soit statique puisqu'il n'y avait, dans la théorie classique, qu'un seul comportement acceptable.

Or, les études empiriques nous démontrent clairement que les gens entreprennent une foule d'actions différentes lorsqu'ils sont insatisfaits de l'issue d'une situation. Par exemple, les individus ne coopèrent que conditionnellement dans un dilemme du prisonnier³⁶. Ils punissent les autres joueurs n'agissant pas conformément à leurs attentes³⁷, ils changent les règles du jeu lorsque cela est possible³⁸ ou changent de partenaire lorsque l'autre n'agit pas selon leurs attentes³⁹. Le comportement des individus n'est clairement pas statique. C'est pour cela que nous introduisons la notion d'équilibre comportemental.

Alors que l'équilibre de Nash peut être défini comme étant l'ensemble des *stratégies* desquelles aucun joueur n'a intérêt à dévier, nous définissons l'équilibre comportemental comme étant l'ensemble des *comportements* desquels aucun joueur n'a intérêt à dévier. Les gens vont dévier de leur comportement naturel lorsqu'ils sont insatisfaits de la situation dans laquelle ils se retrouvent. Nous faisons donc l'hypothèse que les individus ont un idéal type qu'ils veulent absolument atteindre. Cet idéal type peut être défini comme étant la ou les situations dans lesquelles un agent aimerait se retrouver s'il pouvait contrôler la décision de chacun des joueurs. Il est simple à identifier puisqu'il correspond à la situation où l'agent maximise son utilité.

Regardons plus en détail l'idéal type dans des dilemmes du prisonnier avec des joueurs différents. Rappelons que nous attribuerons la couleur **bleue** au joueur de colonne alors que la couleur **rouge** sera attribuée au joueur de ligne. La couleur de fond de la case d'un joueur représente son idéal type. Dans le cas où les idéaux types concordent et se chevauchent, nous utiliserons la couleur **violette**. Un cadre plus large représente toujours un équilibre de Nash.

³⁶ Neugebauer, Tibor, Javier Perote, Ulrich Schmidt et Malte Loos. « Selfish-biased conditional cooperation: On the decline of contributions in repeated public goods experiments ». *Journal of Economic Psychology*, volume 30, numéro 1, février 2009, pages 52-60.

³⁷ Fehr, Ernst et Simon Gächter. « Cooperation and Punishment in Public Goods Experiments ». *The American Economic Review*, volume 90, numéro 4, septembre 2000, pages 980-994.

³⁸ Ertan, Arhan, Talbot Page et Louis Putterman. « Who to punish? Individual decisions and majority rule in mitigating the free rider problem ». *European Economic Review*, volume 53, numéro 5, juillet 2009, pages 495-511.

³⁹ Page, Talbot, Louis Putterman et Bulent Unel. « Voluntary association in public goods experiments: Reciprocity, mimicry and efficiency » *The Economic Journal*, volume 115, numéro 506, octobre 2005, pages 1032-1053.

Joueurs coopératifs

Afin d'identifier les idéaux types, il faut trouver la situation maximisant l'utilité de chacun des joueurs. Ici, l'utilité maximale des agents est de 0,66 et correspond à une situation de coopération mutuelle. Il faut remarquer ici que la situation idéale n'a pas nécessairement une utilité entière puisqu'aucune situation n'est parfaite et maximise le gain des deux joueurs à la fois. L'idéal type ne correspond donc pas nécessairement à une situation parfaite comme dans le meilleur des mondes, mais à la meilleure situation possible selon les circonstances.

		Coopératif	
		Coopération	Trahison
Coopératif	Coopération	0,66 : 0,66	0,5 : 0,5
	Trahison	0,5 : 0,5	0,33 : 0,33

Dans le cas où les deux joueurs sont coopératifs, leurs idéaux types concordent et résultent en un équilibre comportemental équivalent à l'équilibre de Nash. Ici, aucun des deux joueurs n'aura intérêt à ne plus être coopératif puisque la situation finale est optimale pour les deux joueurs.

Joueurs compétitifs

Dans le cas de joueurs compétitifs, l'idéal type correspond à la situation parfaite, c'est-à-dire celle où l'agent trahit le joueur coopérant. Par contre, comme les deux joueurs cherchent à être la personne qui trahit, il n'y aura pas, dans ce cas, d'idéaux types concordant, donc d'équilibre comportemental.

		Compétitif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,66 : 0,66	0 : 1
	Trahison	1 : 0	0,33 : 0,33

S'il n'y a pas d'équilibre comportemental, cela implique que certains joueurs sont pleinement insatisfaits de la situation dans laquelle ils se retrouvent et essaieront par tous les moyens d'atteindre leur idéal. Donc, même si l'équilibre de Nash nous indique que la résolution de ce problème va découler d'une situation de trahison mutuelle, il ne représente pas nécessairement un équilibre stable. En effet, chacun des joueurs a intérêt à convaincre l'autre de coopérer afin de mieux le trahir par la suite.

Dans le cas où il est impossible pour les joueurs de changer quoi que ce soit à une situation sous-optimale — comme lors d'expérimentations en laboratoire où l'anonymat est total et qu'aucune interaction n'est possible avec les autres — l'équilibre de Nash est stable. Nous parlerons donc de stabilité comportementale pour décrire une situation où aucun individu ne change de comportement, non pas parce qu'il ne désire pas le faire, mais tout simplement parce qu'il lui est impossible de le faire. L'équilibre de Nash nous sert donc à identifier cet équilibre de stabilité comportementale et garde toute son importance dans notre modèle.

Par contre, dans des situations moins rigides, les gens ont la possibilité d'agir sur leur destin et de changer les choses à leur avantage. Cela a une implication majeure par rapport aux autres théories plus conventionnelles : même dans le cas où deux agents sont compétitifs et ne pensent qu'à leur propre intérêt, l'équilibre de Nash n'est pas nécessairement la solution⁴⁰. Nous en reparlerons.

Compétitif vs coopératif

Comme nous l'avons déjà vu, la coopération mutuelle est l'idéal type du joueur coopératif alors que le joueur compétitif a comme situation idéale celle où il trahit le joueur coopérant. L'équilibre de Nash concorde ici avec l'idéal du joueur compétitif. Mais comme cela n'est pas l'idéal de la personne coopérative, cette dernière va changer de stratégie.

		Coopératif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,66 : 0,66	0 : 0,5
	Trahison	1 : 0,5	0,33 : 0,33

Supposons que le joueur coopératif n'est pas un coopératif inconditionnel, mais plutôt qu'il est du type coopératif conditionnel comme le modélisent bien les théories de la réciprocité. Nous attribuerons donc un comportement contingent au joueur coopératif en plus de son comportement naturel. Le comportement naturel est donc le comportement que le joueur adopte dans un premier temps. Le comportement contingent est adopté par le joueur uniquement dans le cas où son idéal type est impossible à atteindre avec son comportement naturel. Ce changement de comportement est temporaire et l'agent revient à son naturel aussitôt que l'idéal type est possible.

⁴⁰ [À vérifier si je ne peux pas trouver des études qui démontrent que même des individus égoïstes peuvent finir par coopérer dans le cas de jeu répété.]

Modélisons un joueur coopératif ayant comme comportement contingent une attitude délétère envers l'autre joueur. Nous nous retrouvons avec un agent coopératif ayant un comportement coopératif lorsque l'autre joueur est coopératif, et ayant un comportement délétère lorsque l'autre joueur ne coopère pas. Pour démontrer la dynamique comportementale, nous ajoutons une colonne avec le nom du comportement de l'agent coopératif. Nous nous retrouvons alors avec la matrice de gains suivante⁴¹ :

		Coopératif conditionnel		
		Coopération	Trahison	Comportement
Compétitif	Coopération	0,66 : 0,66	0 : 0,5	Coopératif
	Trahison	1 : 0	0,33 : 0,66	Délétère

La résolution de la matrice nous donne une situation de trahison mutuelle où le joueur coopératif, à défaut d'être satisfait de son idéal type, est à tout le moins satisfait de son comportement contingent puisqu'il punit l'autre joueur de ne pas être coopératif. Si, pour quelque raison que ce soit, le joueur compétitif décide de coopérer, l'agent coopératif le redeviendra et abandonnera son comportement délétère. Par contre, le joueur compétitif perd l'accès à son idéal type et n'est plus satisfait de l'issue du jeu. Si le joueur compétitif ne peut rien changer, la situation de trahison mutuelle est stable, mais ne constitue pas un équilibre comportemental.

Résumé

Les exemples que nous venons de présenter nous ont permis d'ajouter plusieurs notions à notre modèle de base. Premièrement, nous avons, pour chacun des joueurs, trouvé un idéal type correspondant à la situation où le joueur maximise son utilité. Les joueurs tenteront avec les moyens mis à leur disposition d'atteindre cet idéal type. Nous avons donc introduit comme nouvel équilibre celui comportemental qui correspond à une situation où tous les agents ont atteint leur idéal type et n'ont ainsi aucun intérêt à changer de stratégie ou à entreprendre des actions afin d'atteindre leur idéal type. Deuxièmement, nous avons redéfini le rôle de l'équilibre de Nash pour nous permettre d'identifier des situations sous-optimales, mais qui sont une solution aux jeux. Ces solutions ne sont pas des équilibres, car aucun des joueurs n'a atteint la situation idéale : ils n'avaient tout simplement pas la possibilité d'agir pour changer la situation. Nous ne parlons plus à ce moment d'équilibre, mais simplement de stabilité comportementale.

⁴¹ Voir l'annexe A pour la construction de la matrice.

Les méthodes qu'un agent peut entreprendre afin de corriger une situation non optimale pour lui sont nombreuses, mais nous nous sommes particulièrement penchés sur la possibilité de changer son propre comportement. Un agent peut donc adopter un comportement contingent lorsqu'il lui est impossible d'atteindre son idéal type avec son comportement usuel ou naturel.

Les comportements contingents sont particulièrement utiles pour modéliser la coopération conditionnelle issue de la réciprocité telle que décrite par Rabin. Nous pouvons donc ajouter comme cas particulier à notre modèle celui de la réciprocité en plus de celui d'aversion pour l'inégalité et du modèle classique. Il ne reste plus qu'à ajouter la notion de normes sociales à notre modèle pour inclure les cas où il existe une pression extérieure aux joueurs concernés directement par un jeu.

Les influences extérieures

Les influences extérieures à un agent sont les préoccupations de ce dernier pour des choses n'ayant aucune influence directe sur l'issue d'un jeu, mais qui peuvent influencer son comportement. Par exemple, un agent peut avoir le souci de bien paraître aux yeux d'un individu particulier, tels un parent ou un partenaire, en agissant conformément aux attentes de celui-ci. Un agent peut se préoccuper de la perception générale des gens en agissant conformément à une norme sociale afin de ne pas être réprimandé par des membres de sa communauté. Les influences extérieures permettent ainsi de modéliser non seulement l'effet des normes sociales générales, mais aussi de modéliser la pression sociale exercée par un individu en particulier.

Dans notre modèle, la définition de « normes sociales » a un sens plus limité que l'utilisation normale du terme. En général, une norme sociale prescrit des valeurs et des comportements à adopter pour bien vivre en société. Ces normes sociales peuvent être internalisées, c'est-à-dire que l'individu a incorporé ces normes externes comme faisant partie intégrante de ses propres valeurs. À ce moment, ces normes sont incorporées à la personnalité de l'individu et cela est déjà inclus dans notre modèle dans les préférences personnelles et sociales de l'individu. Les influences externes modélisent donc uniquement les normes n'ayant pas été internalisées par un individu. Ces normes ne sont donc suivies que dans le cas où l'agent a peur du regard des autres qui ont internalisé ces normes. Un individu ne respecte la norme que s'il y a un témoin de la transgression. L'application de la norme pour l'agent s'active donc uniquement devant témoin ou, du moins, lorsqu'il y a une possibilité que la transgression soit découverte par autrui.

Les témoins

Mais avant de nous attarder aux normes sociales en tant que telles, nous nous attarderons à la pression sociale exercée par des pairs. Comme nous le montrent plusieurs expériences, la seule présence d'un témoin ne pouvant intervenir d'aucune façon dans l'issue d'un jeu influence le comportement de certaines personnes. C'est une des principales raisons pour lesquelles la majorité des expériences garantissent l'anonymat des participants non seulement vis-à-vis des autres participants, mais aussi vis-à-vis des chercheurs. Cela empêche de « fausser » les résultats puisqu'un individu pourrait essayer de deviner ce que le chercheur veut et agir en conséquence au lieu de maximiser son intérêt. Cette caractéristique indésirable dans certaines expériences est tout de même un comportement naturel qu'il est utile de modéliser convenablement.

Comme nous l'avons vu, un agent se préoccupe de l'utilité des autres joueurs dans ses préférences sociales. La façon la plus simple de modéliser le changement de comportement d'un agent lorsqu'il y a un témoin est simplement d'ajouter ce dernier dans les préférences sociales de l'agent. Si l'agent se préoccupe de ce que le témoin va penser de son action, il aura alors une attitude altruiste envers ce dernier. S'il ne se soucie pas de ce que l'autre pense, il aura une attitude d'indifférence. Si l'agent a un tempérament rebelle, il peut même avoir une attitude délétère envers le témoin en cherchant à faire le contraire de ce que le témoin aimerait qu'il fasse.

La difficulté ici est de faire entrer dans la fonction d'utilité un témoin n'ayant pas de gain brut sur lequel se baser pour calculer l'objectif qu'un agent pourrait lui fixer. Par contre, nous avons tout de même accès à son utilité comportementale qui, elle, peut être soumise à un objectif.

Imaginons deux étudiants dans un cours de *Théories des jeux* jouant à un dilemme du prisonnier devant leur professeur. Les deux joueurs sont de type coopératif, mais depuis le début de la session, le professeur leur martèle que la solution rationnelle du jeu est la trahison mutuelle et que de choisir la coopération ne l'est pas. Les deux étudiants, soucieux de l'opinion du professeur à leur sujet, incorporent donc les attentes du professeur à leur fonction d'utilité. La fonction d'utilité comportementale du professeur ne peut pas être construite à l'aide des objectifs de base, mais peut tout de même être facilement trouvée. Si les deux étudiants se trahissent mutuellement, cela implique qu'ils ont bien appris leur leçon et que le professeur est satisfait d'eux, car ils deviendront, grâce à lui, d'excellents économistes. C'est donc la situation idéale avec une utilité entière. Par contre, si aucun d'eux ne trahit l'autre, c'est la catastrophe. Le professeur devra réexpliquer

l'équilibre de Nash à toute la classe et aura donc une utilité nulle. Si un seul des deux trahit l'autre, il a réussi la moitié de son objectif et aura alors une utilité de 0,5. La matrice est donc⁴² :

		Coopératif	
		Coopération	Trahison
Coopératif	Coopération	0,44 : 0,44 : 0	0,5 : 0,5 : 0,5
	Trahison	0,5 : 0,5 : 0,5	0,55 : 0,55 : 1

Pour faire plaisir à leur professeur, les deux étudiants vont se trahir mutuellement et tous les joueurs incluant leur professeur auront atteint leur idéal type dans cet équilibre comportemental. Par contre, en dehors de la classe, les deux étudiants vont continuer à coopérer puisque la pression de se comporter selon les attentes du professeur n'existe plus.

Reprenons plus sérieusement l'exemple du dilemme du prisonnier avec deux joueurs compétitifs, mais supposons que l'on ajoute un témoin avec un idéal coopératif et que les deux joueurs se soucient de l'opinion du témoin. La fonction d'utilité comportementale du témoin peut ici être dérivée normalement puisque le témoin cherche à maximiser le gain des deux joueurs. Il a donc la même utilité que s'il était un participant coopératif.

		Compétitif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,66 : 0,66 : 0,66	0,25 : 0,75 : 0,5
	Trahison	0,75 : 0,25 : 0,5	0,33 : 0,33 : 0,33

Bien que, dans ce cas, l'influence du témoin ne soit pas suffisamment forte pour faire changer le comportement d'un des joueurs, il diminue tout de même l'écart d'utilité entre la situation de coopération mutuelle et celle de la trahison. Avec une matrice de gain différente, la conclusion peut être différente et entraîner une nouvelle matrice de gain :

		Compétitif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	12 : 12	15 : 0
	Trahison	0 : 15	3 : 3

Cette nouvelle situation donne la matrice d'utilités comportementales suivante :

⁴² Voir l'annexe B pour la construction de la matrice.

		Compétitif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,8 : 0,8 : 0,8	0,25 : 0,75 : 0,5
	Trahison	0,75 : 0,25 : 0,5	0,2 : 0,2 : 0,2

Et comme nous pouvons le constater dans ce cas particulier, l'ajout d'un témoin coopératif change le comportement des joueurs et force la coopération entre les deux puisqu'ils désirent plaire au témoin. La différence entre cette nouvelle situation et celle que nous analysons auparavant est que l'écart relatif entre le gain de la coopération et celle de la trahison était plus grand dans la première situation que dans la deuxième. Le coût de la coopération par rapport à la trahison est donc relativement plus grand dans le premier cas, ce qui diminue les chances qu'un agent change de stratégie pour faire plaisir à une autre personne. Plus l'écart est petit, plus il est facile à un agent compétitif de coopérer.

Les arbitres

Jusqu'ici, le témoin était complètement passif et ne pouvait pas influencer le jeu directement. Mais que se passe-t-il si l'on donne le pouvoir de punir au témoin pour qu'il agisse comme arbitre? Va-t-il user de son pouvoir ou non? Si la situation des joueurs concorde avec l'idéal type de l'arbitre, il n'a aucun intérêt à punir qui que ce soit. Par contre, si son idéal type n'est pas atteint, il sera alors tenté d'user de son pouvoir afin de punir les joueurs responsables.

Par exemple, si un arbitre coopératif est témoin d'un dilemme du prisonnier entre deux joueurs coopératifs, l'idéal type des trois joueurs concorde et l'arbitre n'a donc aucune raison d'intervenir. Par contre, si l'un des joueurs est compétitif, ce dernier sera puni par l'arbitre, car l'idéal type de coopération n'aura pas été atteint. Le degré de punition dépendra des préférences de l'arbitre. Il aura probablement une attitude altruiste envers lui-même et la victime ainsi qu'une attitude délétère envers le fautif. Avec ce comportement, il cherchera donc à punir le fautif et à dédommager la victime comme le démontrent les expériences à ce sujet.

Nous pouvons modéliser les situations où les gens coopératifs sont punis par un arbitre compétitif. Reprenons l'exemple du professeur et de ses deux étudiants coopératifs. Si les deux étudiants font fi de la pression exercée par le professeur et coopèrent tout de même, le professeur va les punir en leur attribuant une mauvaise note puisqu'ils n'ont pas atteint l'idéal type de trahison mutuelle de ce dernier. L'action de punir un autre joueur n'est donc pas nécessairement reliée à une norme sociale

qui n'est pas suivie, mais plutôt au fait que l'arbitre a un idéal différent de celui des autres joueurs. Comme tous les agents du jeu, il cherchera à atteindre par tous les moyens cet idéal type, notamment en punissant les fautifs afin de corriger leur comportement ou tout simplement afin de leur nuire en adoptant un comportement délétère.

Les normes sociales

Dans notre modèle, les normes sociales ne sont qu'un cas plus général des pressions sociales effectuées par un témoin ou un arbitre. En fait, l'application d'une norme sociale n'est probablement rien d'autre qu'un outil d'attribution de type à un témoin. Dans la majorité des situations, le type de l'arbitre est inconnu de la part des participants. Les agents supposent alors que le type de ce témoin doit être celui que les bonnes règles de conduite prescrivent. La mécanique est donc la même que lors de l'inclusion d'un témoin, sauf que le témoin n'est pas un individu en particulier, mais plutôt une norme sociale à respecter.

Résumé

Nous avons ajouté au modèle un joueur supplémentaire représentant un tiers parti ou une norme sociale que les joueurs prennent en compte dans leurs préférences sociales. Si l'agent a une attitude altruiste envers ce tiers parti, il cherchera à agir selon l'idéal de ce dernier. S'il a une attitude d'indifférence, l'ajout d'un tiers ne change en rien le comportement de l'individu ne cherchant pas à plaire à autrui. L'agent peut avoir une attitude délétère envers le tiers par esprit de rébellion.

Ce tiers a, lui aussi, un idéal type qu'il va essayer d'atteindre. S'il peut agir sur les autres joueurs, il le fera. L'arbitre peut alors avoir une attitude délétère envers la personne empêchant son idéal type de se produire et ainsi le punir. Envers la victime ou la personne agissant dans le sens de son idéal type, l'arbitre aura une attitude altruiste et pourra ainsi compenser les pertes de cette victime.

Avec la capacité de modéliser les influences extérieures à un agent, notre modèle englobe désormais les théories basées sur les normes sociales. Notre modèle est donc assez général pour inclure tous les types de modèle développés dans la littérature courante et permet de lier divers phénomènes observés en laboratoire dans un tout cohérent et relativement simple mathématiquement. Mais nous ne sommes pas en reste puisque nous devons ajouter un dernier élément essentiel au modèle afin d'expliquer plus en détail les comportements des individus.

Le seuil de tolérance

Jusqu'à maintenant, nous avons supposé que l'idéal type était la situation maximisant l'utilité de l'individu selon les différentes actions possibles. Un agent n'a alors de repos que lorsque cette situation idéale est atteinte. Mais dans la réalité, les gens sont en général un peu plus flexibles que cela. Par exemple, un chômeur se cherche un emploi lui procurant au moins le salaire moyen. Supposons que ce salaire moyen soit de 50 000 \$ pour sa profession et qu'un seul employeur souhaite embaucher ce chômeur en ne lui offrant que 48 000 \$. Ce chômeur va-t-il nécessairement rejeter cette offre? Cela dépend du seuil de tolérance de l'individu. Un individu avec un grand seuil de tolérance se contentera d'une situation sous-optimale alors qu'une personne sans aucune tolérance n'acceptera jamais une situation sous-optimale, même si elle est très près de la situation idéale.

Dans les expériences comportementales, le seuil de tolérance est surtout utile pour modéliser des jeux comme celui d'ultimatum. Nous avons déjà vu qu'une personne n'atteignant pas son idéal type lors de ce type de jeu peut changer son attitude pour une attitude délétère et ainsi rejeter l'offre proposée. Mais si nous supposons qu'un agent avec un comportement égalitaire veuille une distribution de 50 \$ sur 100 \$ pour chacun des joueurs, va-t-il rejeter une offre de 45 \$ pour lui et 55 \$ pour le dictateur?

Le seuil de tolérance est donc l'écart acceptable pour un agent entre l'utilité d'une situation sous-optimale par rapport à celle idéale. Pour garder les choses simples, exprimons cet écart en utilité absolue. Un seuil de tolérance de 0,1 exprime un écart de 0,1 en deçà de la situation optimale. Par exemple, dans un dilemme du prisonnier, un joueur compétitif a une utilité maximale de 1. S'il a un seuil de tolérance de 0,1, il sera satisfait de toute situation lui procurant au moins 0,9 d'utilité. Un agent coopératif ayant pour maximum d'utilité 0,66 avec le même seuil de tolérance acceptera toute situation offrant 0,56 d'utilité ou plus. Pour reprendre l'exemple d'ultimatum, un agent avec un seuil de tolérance de 0,1 acceptera une utilité de 0,9 ou plus, donc un gain supérieur à 45 \$.

Application de cas

Dans cette section, nous analyserons différents jeux afin de démontrer comment notre modèle d'équilibre comportemental se distingue des modèles actuels. Pour ce faire, nous nous attarderons à 4 jeux qui sont des variantes du jeu du dictateur. Les deux premiers jeux, celui du dictateur et d'investissement, serviront dans un premier temps à mettre en valeur le premier pilier du modèle, soit les préférences hétérogènes. Dans un deuxième temps, nous analyserons un jeu d'ultimatum et le comportement d'un tiers arbitre afin de mettre en évidence le deuxième pilier de notre modèle, soit l'équilibre comportemental. Pour clore cette section, nous discuterons de la façon dont la notion d'équilibre comportemental permet d'expliquer l'émergence de normes sociales.

Les préférences hétérogènes

Le fait d'incorporer des préférences hétérogènes dans notre modèle permet plus de flexibilité dans la modélisation des comportements afin de couvrir plus de cas que les théories actuelles, car elles rejettent certains comportements de leur modèle. Par exemple, le modèle d'aversion à l'inégalité ne permet pas de modéliser un comportement altruiste alors que notre modèle ne l'exclut pas.

De plus, une partie de la fonction d'utilité étant définie à partir de préférences réellement sociales, cela nous permet de modéliser des phénomènes qui ne l'étaient pas auparavant. Par exemple, notre modèle est capable d'expliquer comment le degré d'anonymat conservé lors d'un jeu peut changer le comportement d'un agent.

Le dernier des avantages de ce type de préférence sur les anciens modèles est qu'il assure une cohérence comportementale d'un jeu à l'autre. En effet, il permet de distinguer certains agents agissant d'une certaine façon dans un jeu, mais agissant d'une façon différente dans un autre jeu. Nous pouvons alors leur attribuer le même comportement dans les deux cas, alors qu'avec les théories actuelles, il aurait fallu que ces agents aient deux coefficients différents d'aversion à l'inégalité ou de réciprocité pour les modéliser correctement.

Regardons comment cela s'articule dans les jeux du dictateur et d'investissement.

Le jeu du dictateur

Le jeu du dictateur est la forme la plus simple des 4 types de jeu que nous analyserons. Un proposeur, le dictateur, reçoit de l'expérimentateur un certain montant d'argent qu'il doit diviser entre lui et un autre joueur. Le récipiendaire n'a d'autre choix que d'accepter le montant offert.

Pour analyser ce type de jeu, nous utiliserons les données issues d'une étude menée par Chai et coll⁴³ dont le graphique ci-dessous résume les résultats.

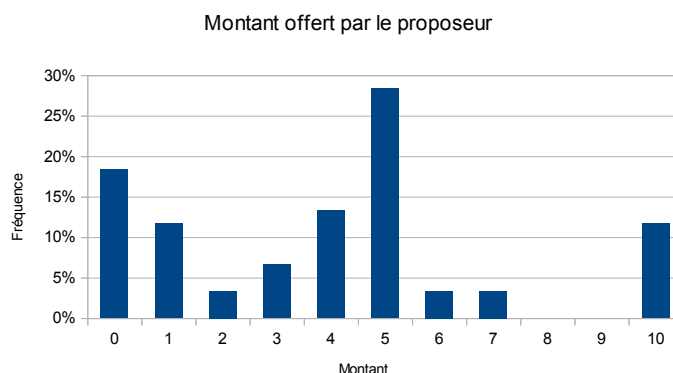


Figure 1: Fréquence du montant offert - Dictateur

Nous pouvons observer que 18 % des individus conservent la totalité de la dotation, 28 % d'entre eux partagent à parts égales le montant et 12 % d'entre eux sont purement altruistes en laissant la totalité de la dotation à autrui. Certains individus ont un certain degré d'altruisme (6 %) en donnant un peu plus de la moitié de la somme à l'autre. Les autres individus (35 %) ont gardé une plus grande part de la somme à partager, mais en ont tout de même laissé une partie à l'autre joueur. Regardons maintenant ce que chacune des théories dit à propos de ce type de jeu. Le montant moyen offert est de 3,93 dans cet exemple précis.

Avant d'analyser ce jeu avec notre modèle, regardons ce que les modèles actuels ont à dire à propos du comportement des agents dans un jeu du dictateur.

Le modèle classique

Le modèle classique suppose que l'utilité est simplement le gain, donc que le proposeur gardera la totalité de la somme en jeu afin de maximiser son utilité. Comme nous le démontront clairement les données empiriques, seulement 18 % des gens ont agi selon le modèle classique. Donc, ce modèle est incapable de prendre en compte la grande majorité des comportements observés. Le montant moyen offert dans ce jeu serait donc de 0, ce qui est loin du 3,93 observé.

Le modèle de la réciprocité

Le modèle de la réciprocité suppose que l'utilité d'un individu est la somme de l'utilité perçue de son gain, celle d'avoir été traité de façon équitable et celle d'avoir traité autrui de façon réciproque.

⁴³ Chai, Sun-Ki, Dolgosuren Dorj, Min Sun Kim, Ming Liu et Katerina Sherstyuk. « Cultural Values and Behavior in Dictator, Ultimatum, and Trust Games ». University of Hawaii at Manoa, Department of Economics, *Working Papers number 201106*.

Dans ce cas-ci, il n'y a simplement aucune interaction possible entre le proposeur et le récipiendaire, donc les utilités sont nulles à l'exception de celle rattachée au gain. Le modèle fait donc exactement la même prédiction que le modèle classique et n'explique que 18 % des cas. Le montant moyen offert dans ce jeu serait donc de 0.

Le modèle d'aversion à l'inégalité

L'aversion à l'inégalité est sans doute le meilleur modèle pour expliquer intuitivement un jeu du dictateur, mais il est malheureusement difficile de l'appliquer mathématiquement. En effet, si l'on conserve la fonction d'utilité linéaire classiquement utilisée, aussitôt qu'un individu a un coefficient de honte supérieur ou égal à 0,5, il va nécessairement partager à parts égales la dotation, sinon il ne partagera rien du tout⁴⁴. Donc, dans sa forme linéaire, le modèle ne peut qu'expliquer le comportement de ceux qui conservent la totalité du montant ou de ceux qui le partagent équitablement. Dans cet exemple-ci, cela couvre 46 % des cas. Pour calculer l'offre moyenne prédite par le modèle, nous devons utiliser le fait que 18 % des individus ont un coefficient de honte inférieur à 0,5. Les autres individus (82 %) ont un coefficient de honte supérieur à 0,5. Ces derniers vont opter pour un partage équitable. Cela donne $0,18(0) + 0,82(5) = 4,1$ de moyenne, ce qui est près du 3,93 empirique⁴⁵.

Si l'on suppose que la fonction d'utilité est concave, le modèle couvre désormais les cas intermédiaires entre 0 et 0,5 du montant partagé, ce qui permet une couverture de 82 % des cas. Cela est de loin supérieur aux autres modèles. Par contre, il est impossible d'estimer le coefficient de honte sans une fonction concave précise, ce qui complique énormément la chose. De plus, cela diminue la performance du modèle en prédisant une moyenne de 3,25 en considérant les gens avec un degré d'altruisme comme étant parfaitement égaux. Le principal problème ici est que le modèle est incapable de prendre en compte l'altruisme qui est considéré comme un comportement irrationnel.

⁴⁴ Fehr et Schmidt, op. cit, p. 827 avec $s'(\alpha) = 0$.

⁴⁵ Nous présentons la répartition des types qui donne le meilleur résultat. Nous supposons d'abord que les individus offrant [6,10] font partie du même groupe que ceux qui offrent une part égale. Si nous supposons que les individus offrant [1,4] ont un coefficient $< 0,5$ alors la moyenne est de 2,3. Si nous séparons ces derniers à parts égales entre les deux types, nous avons une moyenne de 3,175. Si nous considérons [1,2] comme étant une offre de 0 et [3,4] comme une offre égale, nous obtenons : 3,35.

Le modèle d'équilibre comportemental

Dans notre modèle, nous pouvons identifier 3 comportements principaux chez les individus participants à un jeu du dictateur : les gens compétitifs gardent la somme en entier pour eux, les gens coopératifs (ou égalitaires) partagent équitablement le montant entre eux et les individus altruistes donnent la totalité du montant. Notre modèle de base, avec l'hypothèse que les coefficients d'utilité sont tous égaux entre eux, couvre 58 % des cas avec une offre moyenne de 3,9. Ici, nous avons effectué le classement suivant :

Tableau 4: Classement des types de dictateur

Offre	Comportement
[0,2]	Compétitif
[3,7]	Coopératif
[8,10]	Altruiste

Si nous ajustons les coefficients des utilités personnelles et sociales, nous nous retrouvons avec une couverture de 100 % des cas avec une offre moyenne de 3,93 exactement comme celle qui est empirique. L'ajustement des coefficients s'est fait comme suit :

Tableau 5: Attitude et coefficient selon le montant partagé

Offre	Personnelle		Sociale	
	Attitude	Coefficient	Attitude	Coefficient
0	Altruiste	1	Indifférent	0
1	Altruiste	0,9	Altruiste	0,1
2	Altruiste	0,8	Altruiste	0,2
3	Altruiste	0,7	Altruiste	0,3
4	Altruiste	0,6	Altruiste	0,4
5	Altruiste	0,5	Altruiste	0,5
	Égalitaire	0,5	Égalitaire	0,5
6	Altruiste	0,4	Altruiste	0,6
7	Altruiste	0,3	Altruiste	0,7
10	Indifférent	0	Altruiste	1

Le premier avantage de notre modèle est que nous considérons l'altruisme comme étant normal et rationnel. Cela nous permet donc de modéliser la totalité des individus. Le second avantage est que la fonction d'utilité des agents, donc leur motivation, peut être différente et mener aux mêmes résultats. Deux types de comportements mènent au partage égalitaire des ressources : la coopération et l'égalitarisme. Dans un modèle comme l'aversion à l'inégalité, les deux types d'individu (coopératifs et égalitaires) doivent avoir le même coefficient de honte afin d'agir de la

même façon. Mais que se passe-t-il si le domaine de choix possible est limité à : (10,0), (6,4), (4,4), (0,10)? Le modèle d'aversion à l'inégalité prédit que l'action (4,4) sera choisie par l'entière des agents ayant choisi un partage équitable lorsque les choix n'étaient pas restreints. Or, notre modèle prédit que les gens coopératifs vont préférer (6,4) à (4,4), alors que les gens égalitaires vont préférer la distribution (4,4) à (6,4). À notre connaissance, aucune expérience n'a tenté d'analyser ce type de restriction, mais l'étude de Charness et Rabin⁴⁶ nous démontre que 69 % des joueurs ont préféré une distribution de (4,7.5) à une distribution de (4,4). Cette étude nous fait croire qu'effectivement, le type coopératif se distingue du type égalitaire.

Cette distinction de type devient très importante lorsque l'on ajoute des variantes au jeu du dictateur qui font ressortir d'autres comportements auparavant absents. Analysons maintenant une de ses variations nommée le jeu d'investissement.

Le jeu d'investissement

Le jeu d'investissement est une autre variante du jeu du dictateur à la différence que la dotation initiale à diviser par le proposeur provient du récipiendaire au lieu de l'expérimentateur. Le récipiendaire « investit » donc un certain montant d'argent auprès du proposeur. Lorsque le proposeur reçoit la somme du récipiendaire, celle-ci est triplée avant d'être partagée à nouveau.

Nous utiliserons ici les données tirées de l'étude de Dickhaut et McCabe⁴⁷. Regardons d'abord les actions des proposeurs une fois qu'ils ont reçu un certain montant du récipiendaire.

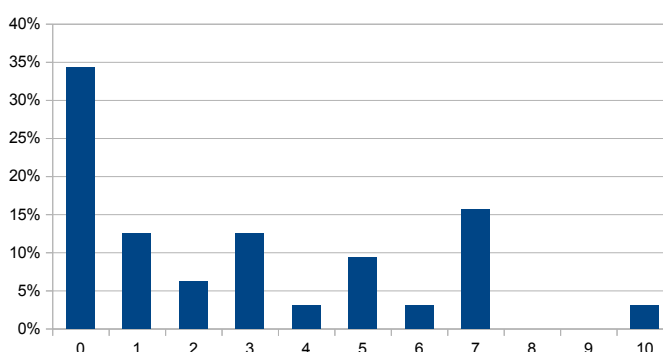


Figure 2: Fréquence du montant offert - Investissement

⁴⁶ Charness, Gary et Matthew Rabin. « Understanding social preferences with simple tests. ». *The Quarterly Journal of Economics*, volume 117, numéro 3, août 2002, pages 817–869.

⁴⁷ Joyce, Berg, John Dickhaut et Kevin McCabe. « Trust, Reciprocity and Social History ». *Games and Economics Behavior*, volume 10, numéro 1, juillet 1995, pages 122-142.

Nous pouvons donc voir dans cette variante que 34 % des proposeurs ont décidé de conserver la totalité du montant à partager, que 9 % font un partage équitable et seulement 3 % sont purement altruistes. Par contre, 19 % des gens ont un certain degré d'altruisme et 35 % des gens ont un certain degré d'égoïsme en partageant seulement une partie de la somme à partager.

Nous pouvons remarquer 3 différences majeures par rapport à l'expérience précédente. Premièrement, le nombre d'agents conservant la totalité de la somme est plus élevé. Deuxièmement, le nombre de personnes purement altruiste est beaucoup moins élevé et troisièmement, le nombre de gens ayant un certain degré d'altruisme est plus grand.

Les deux premières différences sont dues à la différence dans le degré d'anonymat entre les individus participant aux deux études. En effet, Dickhaut et McCabe utilisent une procédure à double anonymat⁴⁸ alors que Chai et coll. utilisaient des données psychologiques dans leur test forçant les individus à révéler beaucoup d'information à leur sujet à l'expérimentateur. Bien que l'anonymat entre les joueurs ait été conservé, il était tout simplement impossible de garder l'anonymat devant l'expérimentateur. Ce changement dans le degré d'anonymat est suffisant pour expliquer la différence dans la proportion de gens purement altruistes et de ceux purement égoïstes. Mais le degré d'anonymat aurait dû aussi réduire le nombre de gens légèrement altruiste alors que ce dernier a augmenté. Cette augmentation peut donc être attribuée au changement de la source du montant à répartir, et est ainsi une caractéristique propre au jeu de l'investissement que nous analyserons.

Le graphique précédent montrait seulement le choix du proposeur, mais pour bien comprendre ce type de jeu, il faut regarder le comportement des investisseurs ainsi que leur relation avec le comportement des proposeurs. Le graphique suivant présente les comportements de chacun des joueurs. Les cercles blancs représentent le montant envoyé par les récipiendaires. Les barres verticales représentent le montant reçu par les proposeurs et les cercles noirs, le montant que les proposeurs ont renvoyé aux récipiendaires. Nous avons regroupé les joueurs ayant le même comportement de façon à ce qu'ils soient contigus sur le graphique. Le numéro qui leur est attribué n'a aucun lien avec l'expérience originale, il nous permet simplement d'identifier les joueurs.

⁴⁸ « Double blind » en anglais.

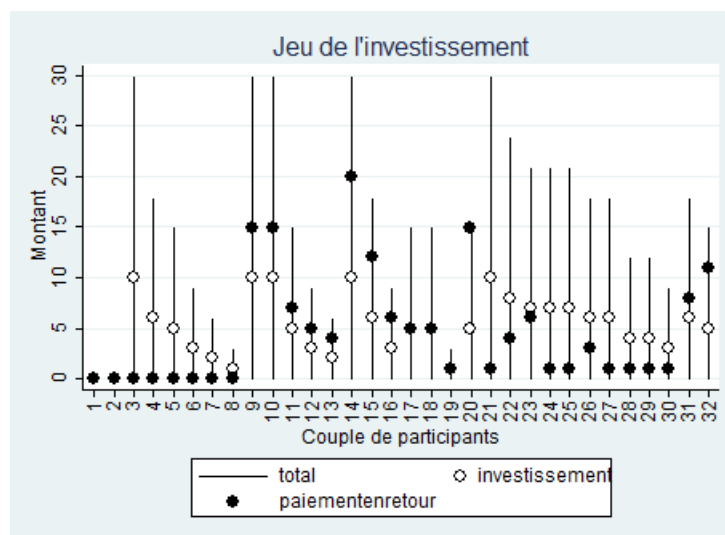


Figure 3: Comportements individuels - Investissement

Les deux premiers récipiendaires ont gardé la totalité du montant pour eux et n'ont donc pas investi le montant que les proposeurs auraient pu leur redonner. Les récipiendaires 3-8 ont investi une partie ou la totalité du montant et les proposeurs ont répondu en gardant tout le montant pour eux en ne redonnant rien aux récipiendaires. Les proposeurs 9-13 ont partagé de façon égalitaire le montant qu'ils ont reçu. Les proposeurs 14-16 ont pour leur part redonné les $\frac{2}{3}$ du montant reçu. Les joueurs 17-19 ont redonné aux récipiendaires exactement le montant qu'ils avaient reçu de leur part. Le joueur 20 a été altruiste. Les joueurs 21-30 ont tous redonné un montant inférieur à celui qu'ils avaient reçu alors que les agents 31 et 32 ont retourné plus que ce qu'ils avaient reçu, mais pas exactement la moitié ou les $\frac{2}{3}$ du montant à partager.

Il y a donc une multitude de comportements différents s'ajoutant à ceux dévoilés par un jeu du dictateur. Il ne faut pas oublier l'effet de l'augmentation du degré d'anonymat qui explique le changement dans les proportions de gens égoïstes et purement altruistes. Regardons ce que les théories actuelles ont à dire à ce propos.

Le modèle classique

La théorie classique prédit que le proposeur se comportera comme dans un jeu du dictateur et gardera tout l'argent pour lui alors le récipiendaire, anticipant cela, n'investira pas et gardera sa dotation initiale. Ici, 34 % des proposeurs se comportent comme la théorie classique le prédit et seulement 6,25 % des récipiendaires se méfient de l'autre. Rien, dans cette théorie, n'explique

pourquoi une plus grande proportion de gens donne plus de la moitié du montant à diviser et permet de faire une différence entre les différents degrés d'anonymat.

Le modèle de l'aversion à l'inégalité

Pour le comportement du proposeur, ce modèle prédit exactement la même chose que dans le cas d'un jeu du dictateur. Or, nous avons vu qu'une plus grande proportion de gens donne un montant supérieur à la proposition équitable, ce que ce modèle est incapable de modéliser. Rien, dans ce modèle, ne laisse présager que le degré d'anonymat change quoi que ce soit au comportement des agents.

Pour la représentation du comportement des investisseurs, le modèle de l'aversion à l'inégalité est tout à fait satisfaisant et cohérent. La décision d'investissement est dans ce modèle un calcul de risque sur la probabilité que le proposeur ait un coefficient de honte assez élevé pour retourner au moins la somme investie. La tolérance au risque et l'estimation des différents types déterminent à ce moment le montant investi. De ce côté, tous les individus sont rationnels et le modèle en cas d'information parfaite devrait donner une prédiction précise.

Le modèle de la réciprocité

Alors que le modèle de la réciprocité avait peu de choses à dire sur le jeu du dictateur pur, il peut nous éclairer sur le jeu de l'investissement. En effet si le récipiendaire fait confiance au proposeur en investissant un montant d'argent, le proposeur, s'il est réciproque, devrait alors lui retourner la faveur en lui retournant un certain montant d'argent. Plus le récipiendaire investit d'argent, plus la probabilité d'avoir un retour augmente dans le cas où le proposeur est réciproque. Comme dans le cas de l'aversion à l'inégalité, le comportement du récipiendaire est un calcul de risque sur le coefficient, ici de réciprocité, du dictateur.

Par contre, le modèle de la réciprocité dans ce cas précis se frotte à deux problèmes de taille. Premièrement, le modèle, pour être calculé, doit définir une fonction de gentillesse afin de connaître si un gain est juste ou non. Or, comment définir le juste montant à investir? Doit-on utiliser la totalité du montant disponible, ou plutôt la moitié? Doit-on voir le fait d'investir 1 \$ comme étant un signe de confiance et de gentillesse? Alors que, dans une situation comme celle du dilemme du prisonnier, le comportement juste semblerait être la coopération, ici, cette fonction reste ambiguë. Et deuxièmement, lorsque Dickhaut et McCabe ont analysé les résultats empiriques de cette expérience, ils n'ont établi aucune corrélation entre le montant investi et le montant

retourné par le proposeur. Il n'y a donc aucun effet empirique de réciprocité dans ce cas. La réciprocité n'est donc malheureusement pas un modèle approprié dans ce cas non plus.

Le modèle de l'équilibre comportemental

L'application de notre modèle au jeu de l'investissement va permettre d'expliquer l'effet du changement du degré d'anonymat sur certains agents. De plus, cela va expliquer pourquoi le « taux de générosité » augmente si l'on change la provenance du montant que le proposeur a à diviser. Nous expliquerons d'abord l'effet de l'origine de la dotation à partager, puis celui du degré d'anonymat.

Origine de la dotation

À première vue, il semblerait que le fait que l'argent provienne d'abord du récipiendaire augmente la générosité du proposeur. Mais si nous regardons plus en détail les comportements individuels, il est clair que ce n'est pas le cas. Souvenons-nous des deux groupes d'individus : les proposeurs 14 à 16 ayant d'abord redonné le montant investi au récipiendaire avant de partager le surplus de façon égalitaire et les proposeurs 17 à 19 ayant d'abord redonné le montant investi au récipiendaire pour ensuite conserver le surplus. Qu'est-ce qui peut expliquer que 18,75 % des proposeurs aient redonné le montant initial au récipiendaire avant de considérer le partage du surplus?

L'hypothèse la plus probable fait appel à la notion de droit de propriété. En effet, pour ces derniers types de comportement, l'argent investi reste la propriété du récipiendaire alors que dans les autres cas, l'investissement initial fait partie d'un pot commun que quiconque peut s'approprier. Nous avons donc ici des individus redonnant plus que la moitié de la dotation non pas par altruisme envers les investisseurs, mais tout simplement parce qu'ils considèrent l'argent investi comme appartenant déjà aux récipiendaires.

Le respect du droit de propriété se modélise par une attitude neutraliste dans ce cas, c'est-à-dire que l'on évite de faire subir des pertes à autrui. Par exemple, une personne égoïste avec une attitude neutraliste envers l'autre partagera exactement la somme investie. Sa fonction d'utilité sera :

$$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.5} \left(\min\left\{1, \frac{x}{i}\right\}\right)^{0.5}$$

Où i est le montant investi par le récipiendaire et x , le montant offert par le proposeur. Le premier terme est la préférence personnelle égoïste alors que le deuxième terme est la préférence sociale neutraliste. Le maximum global de cette fonction est de $\sqrt{2/3}$ lorsque $x = i$, c'est-à-dire que l'agent maximise son utilité lorsque le montant initialement investi est redonné en totalité à l'investisseur et que le surplus est conservé par le proposeur.

Pour modéliser l'agent partageant équitablement le surplus, la fonction d'utilité sera :

$$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.5} \left(\max\left\{0, 1 - \frac{3i - (x - i)}{3i}\right\}\right)^{0.5}$$

Où le premier terme est toujours l'utilité personnelle égoïste alors que le deuxième terme est l'utilité altruiste diminuée de ne pas redonner l'investissement initial au récipiendaire. Le maximum global de cette fonction est de $1/3$ lorsque $x = 2i$, c'est-à-dire que le proposeur va redonner le double du montant investi ou, si vous préférez, la moitié du surplus ainsi engendré.

Dans les deux cas précédents, si nous voulons retrouver la fonction d'utilité adéquate dans un jeu du dictateur, il faut simplement remplacer $3i$ par le montant donné par l'expérimentateur et remplacer i par zéro. Dans ces cas-là, les agents peuvent conserver la même fonction d'utilité dans les deux jeux et agir différemment tout en étant rationnels. Dans le cas du modèle de l'aversion à l'inégalité par exemple, l'agent aurait eu deux coefficients de honte différents dans les deux cas, ce qui serait difficile à expliquer rationnellement. Notre modèle offre donc une certaine cohérence entre les différents jeux que l'on ne retrouve pas nécessairement dans les autres modèles.

Degré d'anonymat

La diminution du degré d'anonymat a deux principaux effets : celui d'augmenter le nombre de gens partageant le montant de façon égalitaire et celui d'augmenter le nombre de gens purement altruistes. Dans ces cas-ci, la fonction d'utilité doit inclure, en plus de l'utilité des deux joueurs, celle de l'expérimentateur.

Ici, nous supposons que le proposeur croit que l'expérimentateur s'attend à ce qu'il adopte un comportement soit compétitif, coopératif, égalitaire ou altruiste. Nous examinerons de plus près les comportements des agents compétitifs, coopératifs et égalitaires pour comprendre comment ils changeront leur comportement sous la pression sociale et le désir de se conformer aux attentes de

l'expérimentateur. Le tableau X résume les différentes fonctions d'utilité utilisées ainsi que leur maximum. Voici donc ce que l'on peut alors dire sur ces différents types d'agent.

Un agent compétitif va séparer en parts égales le montant s'il pense que l'expérimentateur attend de lui qu'il soit égalitaire ou altruiste. S'il croit que l'expérimentateur s'attend à ce qu'il soit coopératif, il va redonner un certain montant à l'investisseur, mais moins que la moitié. Évidemment, si l'agent compétitif croit que l'expérimentateur s'attend à ce qu'il soit compétitif, ce dernier le restera.

Pour un agent coopératif, sa décision ne changera pas s'il croit que l'expérimentateur s'attend de lui qu'il soit coopératif ou égalitaire. S'il croit que l'expérimentateur s'attend de lui qu'il soit compétitif, l'agent coopératif redonnera le tiers du montant à partager, soit le montant initial reçu. Par contre, s'il croit que l'expérimentateur s'attend de lui qu'il soit altruiste, l'agent va redonner le double du montant investi, donc la moitié du surplus.

Ce qui est intéressant ici, c'est que la pression sociale exercée par l'expérimentateur fait agir une personne coopérative comme si elle se souciait de la propriété du montant investi. Cela peut vouloir dire deux choses : premièrement, que la technique du double anonymat n'est pas totalement efficace, que l'effet de l'expérimentateur se fait sentir sur certains agents et que notre hypothèse sur le droit de propriété est superflue; deuxièmement, que la technique du double anonymat est effectivement étanche et que le droit de propriété a un effet réel. Cela implique que l'augmentation du degré d'anonymat devrait réduire la proportion d'agents donnant environ le tiers ou les deux tiers du montant à partager. Il serait intéressant de tester empiriquement ces deux hypothèses.

Le cas où l'agent est égalitaire donne des résultats intéressants puisque, dans le cas où il accorde autant d'importance à l'expérimentateur qu'aux gains des autres, son comportement ne changera pas et il divisera le montant équitablement dans tous les cas. Un agent égalitaire serait donc difficilement influençable par la présence d'une tierce personne neutre.

Notre modèle permet assez bien d'expliquer le mouvement vers le partage équitable lors de la diminution du degré d'anonymat par le désir de se conformer aux attentes de l'expérimentateur. Par contre, en considérant l'utilité de l'expérimentateur aussi importante que celle des autres joueurs, notre modèle ne permet pas d'expliquer le passage vers l'altruisme pur de certains agents. Pour ce faire, il faudrait que le désir de plaire à un expérimentateur qui s'attend à ce que l'agent soit altruiste soit plus élevé que le désir de maximiser sa propre utilité. Cela voudrait donc dire qu'en

plus d'une pression sociale exercée par l'expérimentateur, il y aurait une aura d'autorité entourant ce dernier faisant en sorte que certains agents accordent plus d'importance aux désirs de l'expérimentateur qu'aux leurs. Cette aura d'autorité peut être plausible dans certains cas.

Tableau 6: Fonction d'utilité avec observateur neutre

Agent compétitif		
Expérimentateur	Fonction d'utilité	Maximum
Compétitif	$\frac{3i - x}{3i}$	$u = 1$ $x = 0$
Coopératif	$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.75} \left(1 - \left(\frac{3i - x}{3i}\right)\right)^{0.25}$	$u = 0,58$ $x = 0.75i$
Égalitaire	$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.5} \left(1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right \right)^{0.5}$	$u = \frac{1}{\sqrt{2}}$ $x = \frac{3i}{2}$
Altruiste	$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.5} \left(1 - \left(\frac{3i - x}{3i}\right)\right)^{0.5}$	$u = 0,5$ $x = \frac{3i}{2}$
Agent Coopératif		
Expérimentateur	Fonction d'utilité	Maximum
Compétitif	$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{2/3} \left(1 - \left(\frac{3i - x}{3i}\right)\right)^{1/3}$	$u = 0,52$ $x = i$
Coopératif	$\left(\frac{3i - x}{3i}\right)^{0.5} \left(1 - \left(\frac{3i - x}{3i}\right)\right)^{0.5}$	$u = 0,5$ $x = \frac{3i}{2}$

Égalitaire	$\left(\frac{3i-x}{3i}\right)^{\frac{1}{3}} \left(1 - \left(\frac{3i-x}{3i}\right)\right)^{\frac{1}{3}} \left(1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right \right)^{\frac{1}{3}}$	$u = \frac{1}{2^{\frac{2}{3}}}$ $x = \frac{3i}{2}$
Altruiste	$\left(\frac{3i-x}{3i}\right)^{\frac{1}{3}} \left(1 - \left(\frac{3i-x}{3i}\right)\right)^{\frac{2}{3}}$	$u = 0,52$ $x = 2i$
Agent égalitaire		
Expérimentateur	Fonction d'utilité	Maximum
Compétitif	$\left(\frac{3i-x}{3i}\right)^{\frac{1}{3}} \left(1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right \right)^{\frac{2}{3}}$	$u = \frac{1}{2^{\frac{2}{3}}}$ $x = \frac{3i}{2}$
Coopératif	$\left(\frac{3i-x}{3i}\right)^{\frac{1}{6}} \left(1 - \left(\frac{3i-x}{3i}\right)\right)^{\frac{1}{6}} \left(1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right \right)^{\frac{2}{3}}$	$u = 0,79$ $x = \frac{3i}{2}$
Égalitaire	$1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right $	$u = 1$ $x = \frac{3i}{2}$
Altruiste	$\left(1 - \left(\frac{3i-x}{3i}\right)\right)^{\frac{1}{3}} \left(1 - \left \frac{x - \frac{3i}{2}}{\frac{3i}{2}}\right \right)^{\frac{2}{3}}$	$u = \frac{1}{2^{\frac{2}{3}}}$ $x = \frac{3i}{2}$

Résumé

Nous avons vu à l'aide des jeux du dictateur et d'investisseur comment nous pouvions utiliser les préférences hétérogènes de notre modèle afin de modéliser la totalité des comportements observés. Aucun modèle actuel ne s'est révélé être capable de le faire. De plus, notre modèle

permet l'analyse de l'effet de l'anonymat en incluant dans les préférences sociales d'un agent l'utilité de l'expérimentateur. Cela permet entre autres d'expliquer pourquoi le nombre de joueurs purement égoïstes diminue lorsque l'anonymat face à l'expérimentateur n'est pas respecté. De plus, avec une attitude neutraliste, notre modèle est capable de prendre en compte des normes sociales comme le droit de propriété.

Au-delà de ces améliorations, la chose la plus importante se dégageant de notre modèle est qu'il peut amener une certaine cohérence dans le comportement des individus sans modifier arbitrairement sa fonction d'utilité afin de modéliser ses agissements particuliers. Par exemple, un agent purement égoïste a un comportement identique à celui d'un agent égoïste-neutraliste dans un jeu du dictateur, mais leurs actions diffèrent dans un jeu de l'investissement. Notre modèle est le seul à pouvoir proposer des fonctions d'utilité pouvant être utilisées sans aucune modification afin de différencier les agissements des différents agents dans des situations différentes.

Les préférences hétérogènes ne sont que la moitié de notre modèle qui comporte en plus une nouvelle définition de ce qu'est un équilibre en se demandant si tous les agents sont satisfaits de la résolution du jeu. Observons maintenant comment ce nouvel équilibre s'applique à d'autres jeux.

L'équilibre comportemental

L'équilibre comportemental nous permet d'identifier si un agent est satisfait d'une situation précise et s'il va chercher à modifier cette situation. Cela nous permet de modéliser les situations où un agent insatisfait peut interagir avec un autre joueur et ainsi analyser la dynamique de la relation entre les deux. Le fait que le niveau de satisfaction d'un agent dépende de la situation idéale dans laquelle il aimerait se retrouver permet à notre modèle de dépasser les considérations personnelles d'un individu. Il permet aussi d'expliquer le comportement d'agents qui, à prime à bord, ne sont pas du tout concernés par une certaine situation.

Dans un premier temps, nous démontrerons comment utiliser l'équilibre comportemental afin d'analyser un jeu de l'ultimatum, et dans un deuxième temps, nous analyserons le comportement d'un arbitre neutre devant un jeu du dictateur ou une de ses variantes.

Le jeu de l'ultimatum

Le jeu de l'ultimatum est un jeu du dictateur où le récipiendaire a le choix d'accepter ou non le partage offert par le proposeur. Si l'offre est acceptée, le partage s'effectue comme prévu, mais si l'offre est rejetée, aucun des deux joueurs ne reçoit d'argent. Empiriquement, ce changement dans

les règles du jeu a deux effets : cela diminue le nombre d'agents proposant de tout garder pour eux et cela augmente le nombre de gens choisissant le partage équitable. Si nous reprenons l'étude de Chai et coll⁴⁹ qui ont analysé un jeu de l'ultimatum, nous pouvons observer ces phénomènes.

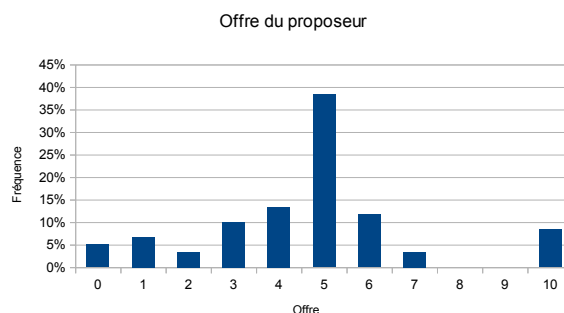


Figure 4: Fréquence du montant offert - Ultimatum

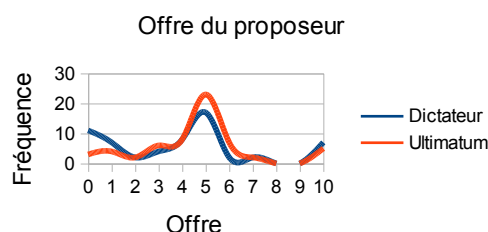


Figure 5: Comparaison des fréquences: dictateur et ultimatum

La théorie classique

Dans la théorie classique, le récipiendaire maximise son gain. Il va donc accepter n'importe quelle offre positive et sera indifférent entre recevoir une offre nulle et refuser une offre. Sachant que le récipiendaire acceptera n'importe quelle offre, le proposeur devrait agir comme dans un jeu du dictateur. Or, les données empiriques ne concordent pas avec cette théorie puisque certains agents rejettent des offres trop basses et, de ce fait, les proposeurs offrent rarement une somme très basse.

La théorie de l'aversion à l'inégalité

Avec la théorie de l'aversion à l'inégalité, il est possible de modéliser un récipiendaire rejetant l'offre du proposeur. En effet, si le coefficient d'envie est suffisamment élevé, un agent retirera plus

⁴⁹ Chai, Sun-Ki, Dolgosuren Dorj, Min Sun Kim, Ming Liu et Katerina Sherstyuk. « Cultural Values and Behavior in Dictator, Ultimatum, and Trust Games ». University of Hawaii at Manoa, Department of Economics, *Working Papers number 201106*.

d'utilité à recevoir une somme nulle comme le proposeur que de recevoir une somme basse. Cela a le mérite d'être plus égalitaire que de recevoir un montant de loin inférieur à celui du proposeur. Dans l'expérience concernée, les montants minimums demandés de la part des récipiendaires variaient entre 0 \$ et 6 \$ sur un maximum de 10 \$. Les coefficients d'envie sont donc les suivants :

Tableau 7: Coefficient d'envie - Ultimatum

Montant minimal	0	1	2	3	4	5	6
Coefficient d'envie	0	1/8	1/3	$\frac{3}{4}$	2	-	?
Pourcentage d'acceptation	10 %	30 %	10 %	18,3 %	15 %	15 %	1,7 %

Par hypothèse, les individus rationnels vont accepter toutes les offres supérieures ou égales à la moitié du montant. Donc, pour le montant exigé de 5 ou 6, le coefficient de honte est indéterminé puisque ce dernier multiplie la différence des gains qui est de 0. Dans le cas où le montant exigé est la moitié de la somme à partager, il est logique par hypothèse que, peu importe le coefficient d'envie, cette offre ne soit jamais rejetée. Par contre, le modèle est incapable de prendre en compte les agents exigeant plus de la moitié du montant pour eux, car cette personne aurait rejeté une offre égalitaire. À la défense du modèle, cela ne représente qu'un seul agent dans l'étude présentée et plusieurs autres études n'ont pas trouvé de personnes rejetant plus de la moitié de l'offre⁵⁰.

Sachant que des récipiendaires ont un coefficient d'envie positif et qu'ils rejettent de basses offres, le proposeur sera alors tenté d'offrir plus que dans un jeu du dictateur. Dans un cas d'information parfaite, le montant offert varierait entre le montant minimum requis par le récipiendaire et la moitié du montant dépendamment du coefficient de honte de l'individu. Dans le cas d'informations imparfaites comme en laboratoire, le proposeur n'a d'autre choix que d'estimer la distribution des coefficients d'envie et de faire un choix dépendamment de son aversion au risque. Une personne avec une aversion au risque choisira de diviser le montant équitablement afin de s'assurer que l'offre ne soit pas rejetée, ce qui explique l'augmentation du nombre de gens offrant la moitié du montant.

⁵⁰ Camerer, Colin F. *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*. Princeton University Press, 2003, 544 pages.

Le modèle de l'aversion à l'inégalité semble donc adéquat pour modéliser le comportement des récipiendaires. Cependant, pour modéliser le proposeur, il faut tenir compte du fait que ce modèle a les mêmes lacunes que celles du jeu du dictateur.

La théorie de la réciprocité

Avec la théorie de la réciprocité, un récipiendaire agira généreusement avec quelqu'un le traitant correctement en lui donnant une bonne part du montant à partager. Par contre, si le proposeur offre peu, le récipiendaire se sentira traité injustement et ce dernier peut retirer plus d'utilité à punir le proposeur qu'à recevoir un gain minime.

David L. Dickinson⁵¹ a étudié un jeu de l'ultimatum avec une fonction d'utilité inspirée de celle de Rabin. La fonction qu'il utilise pour représenter le récipiendaire est :

$$u = \alpha y + (1-\alpha) \frac{y - \frac{x}{2}}{x} \left[1 + \frac{(x-y) - \frac{x}{2}}{x} \right]$$

Où x est le montant à diviser, y est l'offre proposée et α est un coefficient donnant un poids différent sur le gain brut de l'individu et le gain issu de la réciprocité. Le premier terme est le gain brut du récipiendaire, le second est le gain d'avoir été traité équitablement et le troisième est l'utilité issue de la réciprocité.

Cette fonction a comme propriété de toujours rejeter une offre de zéro et de toujours accepter une offre d'au moins la moitié du montant. Les deux options dépendent de plusieurs facteurs. Plus le ratio de $\frac{y}{x}$ s'approche de 1, plus l'agent a tendance à accepter l'offre tandis qu'il aura tendance à la rejeter lorsque le ratio tend vers 0. Plus le montant à partager est élevé, plus les offres, même basses, vont être acceptées, et plus l'on accorde d'importance au gain personnel, plus l'offre a de chance d'être acceptée.

Du côté du proposeur, la même logique que le modèle de l'aversion à l'inégalité s'applique. Nous nous retrouvons donc avec un modèle incapable d'expliquer les proposeurs purement altruistes et les récipiendaires refusant des offres équitables, même si ces comportements sont marginaux.

Une autre faiblesse du modèle est que la fonction de gentillesse est exogène et décidée arbitrairement. Bien que cela ait du sens dans le cas d'un jeu de la famille du dictateur de considérer

⁵¹ Dickinson, David L. « Ultimatum decision-making : a test of reciprocal kindness ». *Theory and Decision*, volume 48, numéro 2, mars 2000, pages 151–177.

comme partage équitable celui séparant le montant en parts égales, ce n'est pas sûr que ce soit le seul partage considéré comme équitable. Par exemple, si un agent s'attend à ce que l'autre agisse comme lui en gardant la totalité du montant, va-t-il considérer qu'il est traité injustement dans ce cas? Et si l'agent s'attend à ce que l'autre soit altruiste, va-t-il trouver juste de ne recevoir que la moitié du montant?

Dans le modèle que nous proposons, l'idéal type d'un individu représente la situation idéale dans laquelle il aimerait se retrouver. Si l'autre agent empêche un individu d'atteindre cet idéal type, il pourra être considéré comme étant injuste, et s'il facilite l'accès à cet idéal, il sera considéré comme étant gentil. De cette façon, nous pourrions insérer la notion d'idéal type dans les modèles de la réciprocité et ainsi rendre endogène la fonction de gentillesse ou d'équité.

La théorie de l'équilibre comportemental

Notre modèle divise le problème du récipiendaire en deux problèmes distincts. Le premier est de déterminer si le partage est satisfaisant pour l'agent, et le second concerne la décision de punir le proposeur dans le cas où le partage est insatisfaisant.

La satisfaction

Comme nous venons de le mentionner pour la théorie de la réciprocité, l'idéal type détermine la situation satisfaisante pour l'individu. Évidemment, toute situation ne concordant pas exactement à cette situation idéale ne forcera pas l'agent à rejeter l'offre. Les individus ont un certain seuil de tolérance dans lequel ils vont tout de même être satisfaits.

Un agent altruiste a pour idéal le fait que l'autre garde la totalité du montant et sera donc satisfait de recevoir un petit montant, mais ne le sera pas s'il reçoit un grand montant. Par exemple, un agent altruiste avec un seuil de tolérance de 0,1 sera satisfait de recevoir moins de 10 % du montant et ne le sera pas s'il en reçoit davantage.

Un agent coopératif ou égalitaire aura comme idéal de recevoir la moitié du montant. Ici, un seuil de tolérance de 0,1 indique qu'un agent égalitaire sera satisfait de recevoir 45 % du montant alors que cela indique que l'agent coopératif sera satisfait de recevoir 20 % de la somme. La proportion diffère puisque le seuil de tolérance représente un écart absolu et que le maximum d'utilité diverge entre les deux types. L'agent égalitaire a une utilité maximale de 1 alors que le coopératif a une utilité maximale de 0,5.

Un agent compétitif a comme idéal type de recevoir tout le montant et que le proposeur ne garde rien pour lui. S'il a un seuil de tolérance de 0,1, il sera insatisfait s'il ne reçoit pas 90 % du montant. Ici, notre modèle prédit un comportement à l'opposé de ce que les autres modèles proposent, c'est-à-dire qu'un individu égoïste est insatisfait de recevoir n'importe quel montant. Au contraire, il exigera une plus grande part du gâteau. Il sera donc tout aussi susceptible que les gens ayant des préoccupations égalitaires à rejeter des offres très basses, et même des offres égalitaires.

Le tableau suivant résume les différents seuils de tolérance pour chacun des types d'agent :

Tableau 8: Seuil de tolérance et de rejet - Ultimatum

Seuil de rejet	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Compétitif	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
Coopératif	0,5	0,2	0,1	0,04	0,01	0,0	0,01	0,04	0,1	0,2	0,5
Égalitaire	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Altruiste	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Le rejet de l'offre

Si un agent est insatisfait de la situation, cela n'implique pas nécessairement que ce dernier va rejeter l'offre du proposeur. En effet, l'action du récipiendaire dépendra principalement de son comportement contingent dans le sous-jeu. Pour modéliser correctement ce qui se passe dans ce cas-ci, nous utiliserons la forme fonctionnelle linéaire puisque celle de type Cobb-Douglas donne trop de poids à une utilité personnelle nulle. Cela a pour conséquence de toujours donner une utilité nulle à un agent lorsque ce dernier rejette une offre.

Le tableau 9 de la page 68 résume certains comportements que nous pouvons modéliser. Dans tous les cas, un agent va accepter une offre uniquement si l'utilité obtenue par le partage du montant proposé est supérieure à celle de refuser l'offre. Dans la première colonne, nous retrouvons la fonction d'utilité à accepter l'offre ou à la refuser. La deuxième colonne est le point d'indifférence où les deux utilités sont les mêmes, donc le montant auquel un individu reste indifférent quant aux

deux possibilités qui s'offrent à lui : accepter l'offre ou la refuser. Dans la troisième colonne, nous avons calculé le point d'indifférence exact en supposant que l'agent accorde autant d'importance à l'attitude délétère envers le proposeur qu'à son utilité propre.

Dans le cas où un agent a un comportement contingent purement délétère, il va refuser toute offre du proposeur puisque ce dernier perd toujours plus d'argent lorsque l'offre est refusée que lorsqu'elle est acceptée. Si l'agent devient délétère envers l'autre car il est insatisfait de la situation, mais désire tout de même maximiser son gain personnel, il sera tiraillé entre son désir de punir l'autre et son propre gain. Notre modèle prédit que ce type de personne va refuser toute offre inférieure à 33 % du montant total. Si la personne désire recevoir une part égale du montant tout en punissant l'autre d'être inégalitaire, elle va refuser toute offre inférieure à 25 %. Si la personne a un comportement contradictoire en étant altruiste et délétère à la fois, la composante altruiste l'emportera sur l'autre et elle acceptera n'importe quelle offre.

Ces chiffres concordent avec le fait que la majorité des offres en haut de 33 % sont acceptées et que les offres en deçà de 25 % sont souvent refusées. Notre modèle va donc au-delà de la supposition d'une certaine distribution du taux de rejet des acteurs comme le ferait un modèle tel que celui de l'inégalité, mais permet de comprendre comment s'articule cette distribution par les attitudes des différents acteurs. La distribution des seuils devient alors endogène au lieu d'être exogène. De plus, en variant le α , nous pouvons avoir tout l'éventail des seuils de rejet, y compris les rares agents rejetant une offre supérieure à la moitié du montant.

Il est à noter ici qu'un comportement délétère ne se retrouve pas nécessairement dans le comportement contingent d'un agent. Il y a, premièrement, la possibilité que cet agent n'ait pas de comportement contingent et qu'il accepte n'importe quelle offre. De même, un agent égalitaire ou coopératif peut avoir un comportement contingent compétitif faisant en sorte, dans ce cas, d'accepter n'importe quelle offre même si cet agent est insatisfait de la situation.

Tableau 9 : Seuil de rejet selon le type de comportement

Comportement	Action	Utilité	Point d'indifférence	$\alpha = 0,5$
Délétère pur	Accepte	$\frac{gain_{propos\acute{e}ur}}{montant}$	$gain_{propos\acute{e}ur} = montant$	100 %
	Rejette	$1 - \frac{0}{montant}$		
Égoïste Délétère	Accepte	$\alpha \left(\frac{gain_{r\acute{e}cipiendaire}}{montant} \right) + (1-\alpha) \left(\frac{gain_{r\acute{e}cipiendaire}}{montant} \right)$	$r = \frac{(\alpha - 1)montant}{\alpha - 2}$	33 %
	Rejette	$\alpha \left(\frac{0}{montant} \right) + (1-\alpha) \left(\frac{gain_{propos\acute{e}ur}}{montant} \right)$		
Égalitaire Délétère	Accepte	$\alpha \left(1 - \left gain_{r\acute{e}cipiendaire} - \frac{\frac{montant}{2}}{\frac{montant}{2}} \right \right) + (1-\alpha) \frac{gain_{r\acute{e}cipiendaire}}{montant} =$ $\alpha \left(1 - \left \frac{0 - \frac{montant}{2}}{\frac{montant}{2}} \right \right)$	$r = \frac{y - \alpha y}{2}$	25 %
	Rejette	$= \alpha \left(1 - \left \frac{0 - \frac{montant}{2}}{\frac{montant}{2}} \right \right) + (1-\alpha) \frac{gain_{propos\acute{e}ur}}{montant}$		
Altruiste Délétère	Accepte	$\alpha \left(\frac{gain_{propos\acute{e}ur}}{montant} \right) + (1-\alpha) \left(\frac{gain_{r\acute{e}cipiendaire}}{montant} \right)$	$r = \frac{y - 2 \alpha y}{2 - 3 \alpha}$	0 %
	Rejette	$\alpha \left(\frac{0}{montant} \right) + (1-\alpha) \left(\frac{gain_{propos\acute{e}ur}}{montant} \right)$		

Un autre élément à comprendre est que ce n'est pas parce qu'un agent a un comportement égoïste-délétère qu'il va nécessairement refuser toute offre en deçà de 33 %. En effet, il faut à la fois que le montant soit inférieur au seuil de tolérance et en deçà du point d'indifférence de son comportement contingent. Une personne égalitaire pourrait être insatisfaite de recevoir 40 % du montant, mais ne rejettera pas l'offre puisque le gain est plus attirant que le fait de punir l'autre. De même, une personne très tolérante satisfaite de ne recevoir que 10 % du montant ne rejettera pas l'offre même s'il a un comportement contingent délétère.

Il est pertinent d'introduire cette différence entre le niveau de satisfaction et le niveau de rejet d'une offre si l'on introduit d'autres mécanismes de médiation lorsqu'un agent est insatisfait de la situation. Par exemple, au lieu de rejeter l'offre, un récipiendaire pourrait se voir offrir la possibilité de punir le dictateur à différent cout, de changer de partenaire ou d'ajouter des tours de négociation. L'agent satisfait de sa situation n'utilisera jamais un mécanisme de médiation, peu importe lequel lui est offert. Par contre, s'il est insatisfait, il peut choisir certains moyens de médiation alors qu'il n'en choisira pas d'autres. Si nous reprenons la personne égalitaire insatisfaite de recevoir 40 % de la somme en jeu, elle ne choisira pas de punir l'autre en rejetant l'offre puisque le cout de cette action est plus élevé que sa satisfaction à faire perdre des gains au dictateur. Par contre, si la punition est de faible cout, voire même gratuite, cet agent égalitaire n'hésitera pas à en user. Par exemple, le taux de rejet moyen dans un jeu de l'ultimatum est de 18,4 %⁵². Dans un jeu du dictateur avec punition par le récipiendaire, ce taux augmente à 59 % et dans le cas d'une tierce personne punitive, à 52 %⁵³. Donc, si nous ne regardons que le seuil d'indifférence, nous ne pouvons pas distinguer la stabilité comportementale de l'équilibre comportemental.

Jeu avec tiers arbitre

Dans ce type de jeu, une tierce personne est témoin d'un jeu entre deux autres personnes. Cette personne peut alors arbitrer le jeu soit en compensant l'un des joueurs, soit en punissant l'un d'eux. Évidemment, le fait de punir ou de compenser un des joueurs a un cout pour l'agent arbitrant le jeu.

Il y a deux phénomènes importants ressortant des expérimentations mettant en scène ce type de jeu. Premièrement, les arbitres dépensent généralement plus s'ils ont la possibilité de punir et de

⁵² Compiler de Camerer, op. cit.

⁵³ Fehr, Ernst et Urs Fischbacher. « Third-party punishment and social norms ». *Evolution and Human Behavior*, volume 25, numéro 2, mars 2004, pages 63-87.

récompenser que s'ils ont la possibilité de ne faire qu'une seule de ces actions⁵⁴. Deuxièmement, bien qu'il soit plus fréquent de punir les gens égoïstes et de compenser ceux ne recevant rien, certains agents vont récompenser les gens égoïstes. Ici, les modèles actuels sont incapables d'expliquer ce dernier phénomène.

Premièrement, la théorie classique prédit que l'arbitre n'interviendra pas puisque cela engendre un cout sans aucun gain pour ce dernier. La théorie de la réciprocité n'amène aucun éclairage puisque l'arbitre n'est pas interpellé directement dans le jeu à arbitrer puisque les joueurs ne peuvent pas se montrer gentils ou mesquins envers l'arbitre. La théorie de l'aversion à l'inégalité suppose qu'un arbitre va compenser un agent si le gain de l'arbitre est supérieur à celui de l'agent et que l'arbitre a un coefficient de honte élevé. De même, il va punir un autre joueur si ce dernier a plus de gains que l'arbitre et que ce dernier a un grand coefficient d'envie. Par contre, rien n'explique pourquoi une personne punirait ou compenserait un joueur si cela ne réduit pas l'écart entre ses gains et ceux du joueur. Rien n'explique non plus le fait que, s'il peut à la fois punir et compenser, il utilisera une plus grande part de son argent à cette tâche.

L'effet des options multiples

Regardons comment notre modèle peut expliquer le premier phénomène qui est le fait de dépenser plus lorsque les deux options sont disponibles au lieu d'une seule.

Supposons qu'un individu compétitif ayant une attitude délétère envers une personne divise le montant de façon inéquitable et ait une attitude altruiste envers la personne ne recevant rien. Il aura selon notre modèle la fonction d'utilité suivante :

$$utilité = \frac{gain_{arbitre}}{montant}^{1/3} * \frac{compensation}{montant}^{1/3} * \frac{punition}{montant}^{1/3}$$

Cette fonction atteint un maximum lorsque l'arbitre garde 1/3 du montant pour lui, dépense 1/3 du montant pour compenser le perdant et le 1/3 du montant pour punir la personne égoïste. Or, si nous enlevons tout simplement la possibilité de punir ou de compenser un joueur, la fonction devient :

$$utilité = \frac{gain_{arbitre}}{montant}^{1/2} * \frac{compensation}{montant}^{1/2} \quad \text{ou} \quad utilité = \frac{gain_{arbitre}}{montant}^{1/2} * \frac{punition}{montant}^{1/2}$$

⁵⁴ Fehr, Ernst et Urs Fischbacher. « Third-party punishment and social norms ». *Evolution and Human Behavior*, volume 25, numéro 2, mars 2004, pages 63-87.

Dans les deux cas, le maximum d'utilité est atteint lorsque l'arbitre garde la moitié de la somme pour lui et utilise l'autre moitié pour punir ou compenser un autre joueur. Il est clair que notre modèle capture parfaitement ce phénomène où l'élimination d'une option augmente le montant conservé par l'arbitre.

Punir les bons et compenser les méchants

Avec un modèle basé sur des préférences hétérogènes, il est aisé de modéliser un agent punissant une personne généreuse dans un jeu du dictateur en attribuant à l'arbitre une attitude délétère envers le dictateur. Par contre, l'imposition d'une attitude exogène passerait à côté d'une explication endogène de l'attitude délétère d'un agent ce que notre modèle est capable d'expliquer.

Prenons par exemple un arbitre plutôt compétitif témoin d'un jeu du dictateur et s'attendant à ce que le dictateur garde la totalité du montant pour lui. L'utilité de l'arbitre dans cette situation dépend évidemment de la décision du dictateur et il a la fonction d'utilité suivante :

$$utilité = \frac{gain_{dictateur}}{montant}$$

L'idéal type pour cet agent est simplement que le dictateur garde la totalité du montant pour lui. Dans ce cas, l'arbitre est satisfait de l'état du jeu et gardera simplement le montant d'arbitrage qui lui est accordé pour lui-même. Par contre, si le dictateur se révèle être du type égalitaire ou coopératif et qu'il attribue la moitié du montant au récipiendaire, l'utilité de l'arbitre passe de 1 à 0,5. Cela le rend possiblement insatisfait de la situation si son utilité passe en deçà de son seuil de tolérance. À ce moment, l'arbitre peut alors adopter un comportement contingent délétère envers la personne généreuse. Cet arbitre ne sera donc pas délétère envers tous les dictateurs, mais uniquement envers ceux qui sont généreux.

Le sous-jeu de l'arbitrage peut être modélisé comme étant un jeu du dictateur à trois joueurs où le dictateur doit séparer le montant entre lui et deux autres joueurs au lieu d'un seul. L'attitude de l'agent envers chacun des joueurs est influencée par le jeu précédant et ce que cet agent aurait fait lui-même dans cette situation. Nous n'entrerons pas dans les détails de ce jeu puisque cela n'est qu'une extension d'un jeu plus simple déjà examiné.

Résumé

Nous avons vu avec cette deuxième série de cas comment l'équilibre comportemental était une notion importante pour modéliser les agissements d'un individu. Dans le cas de l'ultimatum, un

réciplendaire insatisfait du montant qu'il reçoit peut refuser l'offre. Ce dernier fera vraisemblablement l'arbitrage entre son propre gain et le désir de punir l'autre afin d'arrêter son choix. Contrairement aux autres théories qui prédisent qu'une personne purement égoïste accepte n'importe quelle offre, nous avons démontré que cela n'était pas toujours le cas.

De plus, nous avons vu comment un tiers arbitre neutre devant une situation peut être interpellé par cette dernière si elle ne se résout pas comme il l'avait imaginé. Son idéal type n'étant pas atteint, l'arbitre peut alors se mêler de cette situation en punissant les joueurs qui ont empêché la situation idéale de se produire ou en compensant les gens ayant reçu un gain sous-optimal par rapport à la situation idéale. En prime, notre modèle démontre mathématiquement le fait qu'une personne soumise à un éventail de possibilités pour arbitrer un jeu va user d'une plus grande part de ses ressources que si elle n'avait qu'une seule option.

Cas d'application aux normes sociales

Nous avons jusqu'à maintenant analysé des expériences en laboratoire afin de comprendre les différents comportements des individus en appliquant notre modèle aux données de certaines études. Dans la section suivante, nous analyserons plutôt certains phénomènes reliés aux normes sociales avec l'intuition développée par notre modèle, ce qui permettra d'avoir un certain éclairage sur ces mêmes phénomènes. Nous nous pencherons particulièrement sur l'effet d'entraînement, et ensuite sur la formation de normes sociales.

L'effet d'entraînement

Le modèle des normes sociales de López-Pérez prédit que moins il y a de gens respectant une norme sociale, moins celle-ci est contraignante pour un individu. Cela permet d'expliquer un effet d'entraînement où personne ne transgresse une norme jusqu'à ce qu'un individu le fasse. Les autres personnes suivent le mouvement de l'investigateur et transgressent à leur tour cette norme affaiblissant à nouveau la norme sociale. Notre modèle explique cet effet d'entraînement, mais entre plus en profondeur dans la dynamique de ce changement.

Supposons qu'un marcheur arrive à une intersection où il y a un feu rouge et décide tout de même de traverser la rue puisqu'il n'y a personne et qu'il trouve cela ennuyeux d'attendre. Dans notre modèle, cet individu aurait un comportement indifférent vis-à-vis de la norme sociale. Ce marcheur n'a tout simplement pas internalisé la norme sociale.

À l'intersection suivante, un individu attend à la lumière rouge avant de traverser même s'il n'y a pas de voitures. Notre marcheur, s'il est indifférent au gain de l'individu qui attend, va tout de même traverser la rue. Par contre, si le marcheur a une attitude altruiste envers son concitoyen qui attend, il va attendre avec lui que le feu change au vert avant de traverser même s'il n'attendait pas lorsqu'il était seul. Comme il cherche aussi à maximiser l'utilité d'autrui, il risque de respecter la norme à ce moment si l'utilité de plaire à l'autre personne est plus grande que l'utilité de traverser immédiatement.

À la troisième intersection, une autre personne attend, mais cette fois-ci, il y a des voitures qui passent. Une fois la circulation passée, notre marcheur va-t-il traverser la rue même si le feu est toujours au rouge et qu'il y a un témoin? Cela dépend de la réaction du témoin. Comme la personne attend, le marcheur va supposer que cette dernière retire de l'utilité à respecter la signalisation routière et va donc attendre avant de traverser pour ne pas la choquer. Si la personne qui attend respecte en effet la signalisation, notre marcheur va attendre. Par contre, si la personne qui attendait traverse sur le feu rouge lorsqu'il n'y a plus de voitures, cela veut dire que la personne ne retirait pas d'utilité à attendre. Notre marcheur peut à son tour traverser la rue malgré le feu rouge sachant que cela ne choquera pas son concitoyen.

Si la personne qui attendait avait une attitude altruiste envers notre marcheur, il est fort probable qu'elle aussi attende que le marcheur traverse en premier avant de suivre à son tour. Cela donne une situation intéressante où, même si les deux personnes préféreraient traverser immédiatement, elles ne le font pas puisqu'elles pensent que c'est important pour l'autre de respecter la signalisation routière. La norme est alors maintenue même si les deux individus ne désirent pas suivre cette norme sociale en particulier.

Donc, ce qui cause l'effet d'entraînement dans ce genre de situations n'est pas l'affaiblissement de la force d'une norme sociale. C'est tout simplement l'ajustement des actions d'un agent avec une attitude altruiste envers les autres qui acquiert de nouvelles informations. En ce sens, un individu indifférent aux autres et désirant respecter une norme ne changera en rien son comportement, peu importe le nombre de personnes brisant cette norme. Les agents influençables respectent donc une norme en pensant que les autres la respecteraient aussi, mais si de nouvelles informations démontrent que les autres ne retirent finalement aucune utilité à respecter la règle, ils ne la respecteront pas non plus. Dans un groupe, il suffit qu'une seule personne ne respecte pas la règle,

par exemple parce qu'elle est indifférente aux autres, pour que tous les autres agents influençables finissent par briser la règle établie. On appelle cela l'effet d'entraînement.

Dans notre exemple, nous avons des piétons traversant toujours sur le feu rouge en maximisant leur gain en temps tout en étant indifférents aux autres. Nous avons un autre groupe de piétons retirant de l'utilité à respecter la loi et qui ne traversera jamais sur le feu rouge. Puis nous avons des piétons voulant traverser sur le feu rouge, mais qui ont peur de choquer leurs concitoyens et qui ne traverseront au feu rouge que s'il y a d'autres individus qui le font. Cela démontre clairement qu'ils ne sont finalement pas choqués par cette infraction mineure au Code de la route. Au lieu d'avoir un coefficient peu intuitif d'internalisation d'une norme à la López-Pérez, nous avons tous simplement trois types de comportement différents.

La création de normes sociales

Les théories économiques courantes analysent la formation de normes sociales via la théorie des jeux évolutionnaires. Cette dernière repose sur la répétition continue d'un même jeu où chacun des individus suit des normes différentes. Les individus ayant les plus grands gains survivent à l'itération suivante alors que ceux avec les plus petits gains sont éliminés. Cela permet de suivre l'évolution des populations aux comportements divers et de voir lesquelles croissent, diminuent ou stagnent en nombre. Bien que ces théories permettent d'expliquer l'existence de plusieurs comportements lorsque les populations de chaque groupe sont stables, ils ne permettent pas de comprendre la création de nouvelles normes. L'apparition de nouveaux comportements est une mutation aléatoire qui apparaît chez certains individus. Pour l'étude du comportement de cellules en biologie, ces mutations aléatoires peuvent avoir un certain attrait, mais l'être humain est rationnel et la naissance d'une norme sociale est tout sauf aléatoire.

Aucune des théories alternatives en théorie des jeux n'offre d'explication sur la création de règles ou normes. Notre modèle, sans toutefois expliquer totalement la dynamique de formation de règles, propose à tout le moins des éléments pouvant expliquer en partie la naissance des règles. En effet, notre modèle suppose que chaque individu a un idéal qu'il veut atteindre par tous les moyens possibles. Malgré le fait que nous nous soyons surtout attardés à la dynamique comportementale comme moyen d'obtenir cet idéal, il n'en reste pas moins que l'adoption de règles ou de normes sociales sont un excellent moyen d'atteindre cet idéal.

Prenons la vie de couple que nous modéliserons à l'aide d'un dilemme du prisonnier où l'option de coopération est une attitude de complaisance envers l'autre alors que l'option de trahison en est une de confrontation. Si les deux membres du couple sont complaisants, ils vivent ensemble en harmonie dans le meilleur des mondes. Si les deux personnes ont un comportement de confrontation, le couple est toujours en train de se crier dessus, mais comme aucun ne domine vraiment l'autre, ils sont tout de même heureux tous les deux. Par contre, si l'un des deux aime la confrontation et l'autre est complaisant, le membre au plus fort caractère domine et est le seul à retirer un gain de la relation. Notre modèle prédit évidemment que dans ce cas, la personne complaisante rompra le couple pour aller chercher un partenaire complaisant. À moins, évidemment, que cette personne soit purement altruiste et sacrifie son bonheur pour l'autre. Cette situation où un partenaire est égoïste et l'autre est purement altruiste peut être poussée à l'extrême et donner une situation de violence conjugale où, la plupart du temps, l'homme bat sa femme.

Prenons deux sociétés distinctes : l'une où l'on prime le patriarcat et l'autre où l'égalité entre les sexes est une valeur commune. Dans la société patriarcale, supposons que la majorité des gens ont un comportement altruiste envers les hommes et sont indifférents envers la situation des femmes. Lorsqu'une personne est témoin de violence conjugale, comme l'idéal type est une situation où l'homme maximise son gain uniquement et que celui de la femme est ignoré, peu de gens s'offusquent de voir une telle situation. Cela n'implique pas que toute la société a le même comportement, mais il suffit que ce type de comportement soit dominant, en nombre ou en force, afin que la société le tolère.

Dans une société égalitaire entre les sexes, l'idéal type est composé de la situation où les deux membres du couple ont le même comportement, donc lorsqu'ils ont tous les deux des attitudes de confrontation ou de complaisance. À ce moment, la situation de violence conjugale est aux antipodes de la majorité des membres de la société qui vont alors adopter des lois pour empêcher qu'une situation à l'opposé de leur idéal type survienne.

Donc, l'adoption de lois ou de normes sociales découle du fait que les individus ont des idéaux types qu'ils veulent renforcer auprès des autres individus les entourant. Évidemment, les idéaux types diffèrent d'un membre de la société à l'autre. Plusieurs individus sont indifférents à ce qui arrive aux autres, et ces personnes n'instaureront pas de règles à moins d'être directement concernées par celles-ci. D'autres vont se soucier de ce qui se passe chez leurs concitoyens et vont chercher à

imposer leur idéal type à ces derniers avec l'adoption de règles, par exemple, mais des voies alternatives pour atteindre cet idéal existent. D'autres moyens comme l'exclusion sociale ou des campagnes publicitaires de sensibilisations peuvent être entrepris. L'imposition d'un idéal suppose qu'une certaine portion de la population a un idéal différent du reste de la population et que ces gens aux vues opposées vont essayer de changer les règles du jeu, ou à tout le moins essayer de les contourner.

Il y a donc des tensions sociales entre différents groupes afin d'instaurer leur propre idéal qui est parfois en désaccord avec celui des autres. Le groupe dominant pourra alors utiliser des règles pour imposer une certaine stabilité comportementale. Ici, il est à noter que ces normes ne sont pas nécessairement morales ni prosociales. Dans notre exemple de violence conjugale, si des femmes s'opposent à leur traitement défavorable, les hommes dominants peuvent adopter des lois afin de rendre illégales leurs protestations. Ainsi, ils légitiment par la loi des actes de violence commis par un mari envers sa femme qui a décidé d'adopter une attitude de confrontation.

Même à l'intérieur d'un groupe partageant le même idéal, certains membres ont des comportements différents. Par exemple, supposons que parmi les gens ayant l'idéal type de domination masculine, il y ait trois attitudes : indifférente, neutraliste et délétère. Les misogynes seront prompts à adopter des lois punissant une femme désobéissant à son mari alors que les indifférents ne prendront pas d'initiative d'eux-mêmes pour instaurer ces lois, mais acquiesceront lorsque les misogynes en proposeront. Les neutralistes, eux, auront de la difficulté à adopter des lois trop sévères envers les femmes même s'ils désapprouvent leur comportement. Pour eux, il y a une différence entre être dans une relation conjugale néfaste et être puni par la société lorsque l'on est dans une telle relation. L'instauration de normes sociales est donc extrêmement complexe, mais notre modèle offre tout de même des pistes exploratoires intuitives permettant d'entrevoir la dynamique comportementale nécessaire à leur instauration. Par contre, notre modèle est silencieux sur la dynamique complexe de domination qui est au cœur de ce phénomène.

Résumé

Dans cette section, nous avons vu que la notion d'idéal type servait à expliquer intuitivement deux caractéristiques des normes sociales. Dans un premier temps, nous avons vu que certains individus indifférents à une norme sociale pouvaient tout de même la suivre s'ils avaient un comportement altruiste envers les gens respectant cette norme. L'individu se soumet alors à la norme non pas par respect pour elle, mais par respect pour ceux qui la suivent.

Dans un deuxième temps, nous avons vu que la création de normes sociales prend son origine dans le désir de l'être humain d'atteindre un idéal type lorsqu'il se soucie de la situation d'autrui. Par contre, la dynamique de domination nécessaire pour forcer l'application de ces normes échappe à l'intuition de notre modèle.

Les frontières du modèle

Dans cette section, nous réfléchissons aux frontières du modèle présenté afin de bien en comprendre la portée. Pour ce faire, nous parlerons dans un premier temps des limites du modèle et des comportements n'y étant pas représentables. Dans un deuxième temps, nous nous attarderons aux éléments ayant été volontairement omis du présent modèle, mais pouvant être incorporés relativement facilement dans ce dernier. Nous parlerons par la suite des pièges qu'il faut éviter afin d'utiliser adéquatement le modèle présenté. Nous terminerons cette section sur les frontières du modèle en discutant des extensions possibles afin d'améliorer ce dernier.

Les limites du modèle

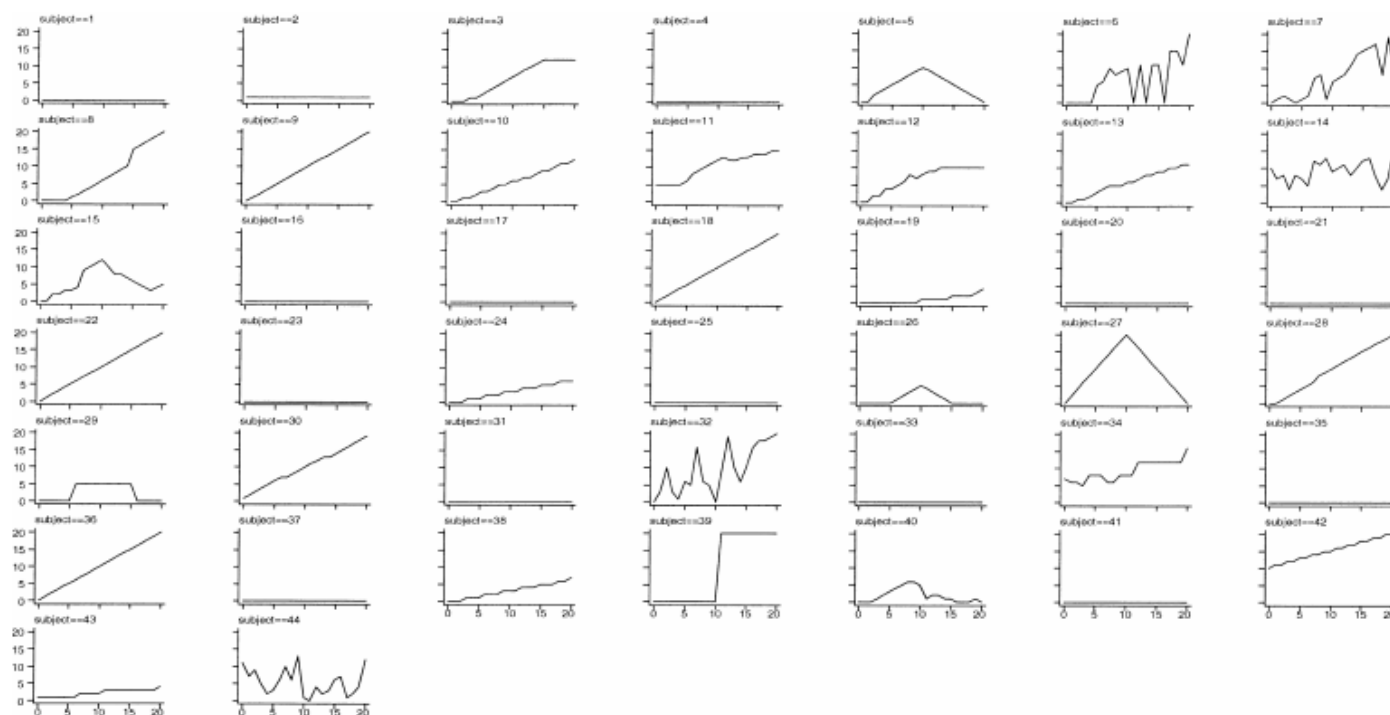
Jusqu'à maintenant, nous avons vu que notre modèle s'applique plutôt bien aux cas étudiés et il serait aisé de croire que celui-ci est suffisant pour modéliser toutes les situations possibles. Hélas, ce n'est évidemment pas le cas, car plusieurs éléments échappent toujours à notre modèle. Afin d'expliquer certaines limites du modèle, nous nous baserons sur une étude de Fischbacher, Gächter et Fehr⁵⁵ qui ont étudié un jeu du bien public séquentiel.

Dans cette expérience, chaque individu a le choix de contribuer à un pot commun qui sera redistribué également entre tous les joueurs, peu importe leur contribution. Chaque dollar investi dans la cagnotte est multiplié, mais comme il y a plusieurs participants, une fraction de l'investissement seulement retourne dans les poches de l'investisseur. Dans ce cas-ci, des groupes de 4 individus ont été constitués ayant chacun 20 jetons à contribuer au pot commun avec un retour de 0,4 jeton sur leur investissement. Bref, le gain d'un individu suit :

$$gain_i = 20 - contribution_i + 0,4 \sum_{j=1}^4 contribution_j$$

⁵⁵ Fischbacher, Urs, Simon Gächter et Ernst Fehr, « Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment ». *Economics Letters*, volume 71, numéro 3, juin 2001, pages 397–404.

Le jeu est séquentiel puisque les expérimentateurs ont demandé à chacun des joueurs d'énumérer leur contribution pour chaque contribution moyenne des autres joueurs. Voici comment chacun des 44 joueurs a agi :



Contribution other group members
Contribution schedules per subject

Figure 6: Contribution individuelle - Bien public

Voici les fonctions d'utilité pour les cas étudiés dans les expériences précédentes :

Tableau 10: Fonction d'utilité - Bien public

Comportement	Fonction
Compétitif	$\frac{(20 - c_i) + 1,2c_m + 0,4c_i}{20 + 1,2c_m}$
Égalitaire	$1 - \left[\frac{((20 - c_i) + 1,2c_m + 0,4c_i) - ((20 - c_m) + 1,2c_m + 0,4c_i)}{(20 + 1,2c_m) - (1,2c_m)} \right]$
Coopératif	$\frac{(20 - c_i) + 1,2c_m + 0,4c_i^{0,25}}{20 + 1,2c_m} \frac{(20 - c_m) + 1,2c_m + 0,4c_i^{0,75}}{(20 - c_m) + 1,2c_m + (0,4 * 20)}$

Nous pouvons donc observer les joueurs compétitifs ne contribuant jamais au pot commun et profitant de ce que les autres vont y mettre (sujets : 1, 2, 4, 16, 17, 20, 21, 23, 25, 31, 33, 35, 37 et 41). Nous pouvons facilement identifier les gens purement égalitaires contribuant exactement la même chose que les autres (sujet : 9, 18, 22, 28, 30 et 36). La modélisation des autres comportements est plus difficile.

Une personne coopérative selon notre modèle va toujours avoir une contribution croissante suivant celle des autres joueurs (sujets : 3, 8, 10, 11, 12, 13, 19, 24, 35, 42 et 43). Par contre, notre modèle prédit que la contribution d'un agent coopératif donnant le même poids à tous les joueurs sera toujours supérieure à celle des autres. Or, le seul agent agissant de la sorte est le sujet 42, mais notre modèle prédit qu'il atteindra sa contribution maximale lorsque les autres donneront en moyenne 6 jetons, ce qui n'est clairement pas le cas ici. De plus, bien que les autres agents coopératifs puissent être modélisés avec des poids au gain personnel supérieur à 0,6, la progression des contributions dans notre modèle reste toujours plus rapide que dans la réalité.

Certains agents ont des préférences en « forme de bosse » (sujets : 5, 15, 26, 27, 29 et 40) contribuant peu lorsque les gens contribuent peu ou beaucoup, mais contribuant équitablement lorsque les contributions des autres joueurs sont moyennes. C'est un peu comme si l'agent ne veut pas contribuer plus que les autres, et que lorsque le pot commun atteint une certaine grosseur, ce

dernier décide de moins contribuer à ce dernier, le considérant probablement comme étant assez gros. Ici, il n'est pas facile de savoir quels attitudes ou comportements utiliser.

Dans un premier temps, la partie ascendante des contributions pourrait être expliquée par un comportement égalitaire ou coopératif. Mais pourquoi, une fois rendu à la moitié de la contribution maximale, l'agent change-t-il de comportement? Ce ne peut être parce qu'il n'est plus satisfait de la situation, donc ce n'est pas un comportement contingent. Il semblerait donc que cela soit un comportement secondaire, mais le point de changement reste un grand mystère. Même si nous pouvions expliquer le pivot, il n'y a aucun des comportements que nous pouvons modéliser qui donne des contributions décroissantes au fur et à mesure que les contributions des autres augmentent. Voici un premier type de comportement que notre modèle ne semble pas être suffisamment développé pour expliquer.

Un second type de comportement échappant à notre modèle est celui des sujets 6, 7, 16, 32 et 44. En effet, notre modèle suppose une certaine stabilité et une certaine cohérence dans les comportements d'un individu. Ces comportements en « dent de scie » ne peuvent être modélisés dans notre cadre analytique. Ce type de comportement n'est pas unique à ce type de jeu puisqu'une étude de Bolton, Katok et Zwick⁵⁶ a identifié qu'environ la moitié des joueurs dans un jeu du dictateur répété ont des comportements qu'ils qualifient de quasi aléatoires.

Les comportements échappant à notre modèle ne se limitent pas au cas quasi aléatoire et à celui « à bosse » présent dans un jeu du bien public. Nous pouvons citer le cas des stratégies d'évitement. Dans une étude de Lazear, Malmendier et Weber⁵⁷, 74 % des gens partageaient un certain montant dans un jeu du dictateur. Par contre, lorsque les expérimentateurs laissaient le choix entre jouer le jeu du dictateur ou empocher le même montant sans que l'autre joueur sache qu'il avait la possibilité d'être récipiendaire dans un jeu du dictateur, moins du tiers des gens ont choisi de jouer le jeu du dictateur et de partager le montant. Environ la moitié des gens coopératifs ou égalitaires ont adopté une stratégie égoïste en évitant de se placer dans une position où elle pouvait donner à autrui, d'où la stratégie d'évitement.

⁵⁶ Bolton, Gary E., Elena Katok et Rami Zwick. « Dictator game giving: Rules of fairness versus acts of kindness ». *International Journal of Game Theory*, Volume 27, Numéro 2, 1998, pages 269-299.

⁵⁷ Lazear, Edward P., Ulrike Malmendier et Roberto A. Weber. « Sorting in Experiments with Application to Social Preferences ». *American Economic Journal: Applied Economics*, volume 4, numéro 1, janvier 2012, pages 136-163.

Notre modèle permet d'éclaircir le processus de décision entre les deux jeux. Il serait incohérent dans notre modèle qu'un agent ne se soucie pas des gains d'un joueur anonyme dans une situation, mais s'en soucie dans une autre. Même en utilisant une norme sociale au lieu d'une préférence sociale qui, elle, peut changer d'une situation à l'autre, il n'est pas clair que la norme diffère et permet de modéliser correctement le phénomène d'évitement. Notre modèle n'est donc pas approprié pour modéliser des « métajeux » comme celui de l'évitement.

Les éléments omis du modèle

Dans le cadre de la présentation de notre modèle, nous avons omis plusieurs éléments déjà existants afin de ne pas compliquer inutilement son explication. Comme notre modèle reste toujours basé sur une fonction d'utilité, il est en général aisé de réintroduire ces éléments à notre modèle afin de l'enrichir. Voici donc quelques-uns de ces éléments omis.

Notre modèle ignore certains aspects propres à la prise de décision. Notamment, nous avons ignoré tout ce qui touche le domaine du risque. Le risque est probablement le principal facteur influençant la décision d'investissement dans la variante du jeu du dictateur où l'argent provient d'un individu plutôt que de l'expérimentateur. Notre modèle restant dans les paramètres utilitaristes, il y a compatibilité entre notre modèle et les théories du risque déjà existantes comme celle de l'utilité espérée.

Nous avons omis toute la question de la rationalité limitée où les individus ont tous des capacités de déduction différentes et ne peuvent pas tout prévoir. Cela limite par exemple l'induction à rebours lors de jeux répétés à deux ou trois itérations, ce qui explique l'effet de fin de jeu souvent observé en laboratoire. Ici aussi, notre modèle est compatible avec la théorie de la rationalité limitée, et cette dernière peut s'appliquer directement à notre modèle et ainsi l'enrichir.

Nous avons délibérément laissé de côté toutes les questions d'apprentissage où un agent fait des erreurs puisqu'il ne comprend pas bien la situation et les conséquences de ses actes. Cela peut fausser quelque peu les résultats puisqu'un comportement inadéquat peut alors être attribué à certains individus. Par contre, la grande majorité des études s'assurent par des tests que les agents ont bien compris les jeux avant de les administrer aux participants, réduisant ainsi de beaucoup l'effet d'apprentissage sur les données. Encore ici, il serait aisé d'incorporer les différentes théories de l'apprentissage à notre modèle.

Un aspect important des différents types de comportement que nous n'avons pas abordé dans ce mémoire est celui de la mécanique de la détection de type. Nous avons surtout étudié des situations où le type des agents était déjà connu d'avance, mais cela est rarement le cas dans la réalité. Plusieurs études ont déjà été effectuées sur le sujet et nous pouvons en relever plusieurs approches. La première est celle de la super rationalité qui dit qu'un individu va supposer que les conclusions auxquelles il arrive à propos de la meilleure action à entreprendre dans une situation seront les mêmes pour toutes les autres personnes. Dans cette optique, tous les individus vont agir de la même façon. Comme le démontre notre modèle, ce n'est pas le cas. Mais il reste que c'est un réflexe souvent utilisé. Une autre approche est issue de la psychologie où les individus utilisent différents modules pour leur prise de décision dont l'un d'eux appelé ami/ennemi⁵⁸. Ce module consiste à classer l'autre comme étant un ami ou comme étant un ennemi et met en marche des routines comportementales appropriées à ce classement. Une troisième approche est une approche probabiliste où la personne estime la proportion des différents types de personne et utilise les probabilités de tomber sur un certain type d'individu. Cette dernière approche peut considérablement être enrichie par notre modèle en permettant d'identifier le type de comportement possible pour une situation donnée et la proportion de chacun de ces types calculés de façon expérimentale. Les mécanismes de détection de types restent donc un aspect important à approfondir.

Durant notre présentation, nous nous sommes surtout attardés aux comportements contingents comme moyen d'atteindre un idéal type. Comme nous l'avons vu, l'instauration de règles ou de normes sociales est un moyen pouvant être efficace afin d'atteindre un idéal type. Il serait intéressant de chercher à comprendre quelles autres mécaniques les individus utilisent afin d'atteindre leur idéal. Nous pouvons faire l'hypothèse qu'un agent peut vouloir changer de partenaire s'il est impossible d'atteindre son idéal avec ce dernier. Certains agents seront peut-être tentés de simplement user de la tactique de sortie de jeu voulant ainsi se soustraire à une situation où leur idéal est impossible à atteindre. Souvent, ce que l'on appelle le « cheap-talk » a une certaine efficacité pour convaincre les autres de changer leur comportement de façon à les rendre compatibles avec l'idéal d'un agent. Il y a donc tout un univers d'actions à analyser afin de comprendre les stratégies adoptées par différents individus afin d'atteindre une situation satisfaisante pour eux et pour les autres.

⁵⁸ Eber, Nicolas. *Le dilemme du prisonnier*. Éditions La Découverte, collection Repères, 2006, 122 pages. Page 102.

Les pièges du modèle

Notre modèle est très flexible et permet une certaine largesse au niveau de la construction des fonctions d'utilité utilisées. Par contre, cette flexibilité n'est pas sans danger et l'utilisation du modèle peut ne pas être adéquate même s'il est valide mathématiquement.

Le premier danger est d'inventer de nouveaux types d'objectif chaque fois que nous tombons sur un type d'individu ne cadrant pas avec les objectifs de base. C'est pour cela que nous avons insisté sur l'élaboration d'un dictionnaire d'attitudes et de comportements documentant des fonctions que nous retrouvons à plusieurs reprises dans des études différentes qui analysent de surcroît des jeux différents. Il n'est pas interdit d'ajouter de nouveaux types d'objectif, d'attitude ou de comportement à condition qu'ils soient amplement documentés et validés empiriquement par plusieurs études. Plus qu'une base empirique, ces types de comportement doivent avoir une base logique et intuitive.

Même en s'en tenant aux comportements clairement établis, il est toujours possible de mal les utiliser. Par exemple, si nous reprenons notre analyse d'un jeu de l'investissement, au lieu d'introduire une attitude neutraliste à certains joueurs, nous aurions pu simplement ajuster le poids attribué à chaque joueur pour avoir le même résultat mathématique. Par contre, le fait de tout simplement utiliser un coefficient supérieur pour les préférences sociales à celles individuelles pour les types coopératifs aurait été erroné. La preuve est que ce type de fonction où la personne est partiellement altruiste est rarissime dans un jeu du dictateur, et il n'y a aucune raison expliquant pourquoi elle serait plus fréquente dans un jeu d'investissement. Il ne faut donc pas analyser un jeu individuellement, mais le comparer à d'autres jeux semblables afin de voir si les comportements que nous attribuons aux agents sont cohérents dans plus d'une situation.

De plus, il y a une limite à la calibration des coefficients attribués aux différentes utilités morales. L'hypothèse de base est qu'un agent attribue la même importance à chacun des joueurs. En général, il y a certes des gens accordant plus d'importance à l'autre ou à eux-mêmes, mais ils ne s'écartent pas beaucoup des coefficients égaux. Si l'on regarde à nouveau les graphiques du jeu du dictateur et de l'ultimatum, il est aisé de voir que les gens sont groupés autour des types compétitifs ou coopératifs et que les coefficients varient peu. Dans le cas où les coefficients sont éloignés de l'importance égale, il y a probablement un facteur additionnel échappant à la modélisation du cas.

La flexibilité du modèle permet d'avoir plusieurs types d'individus agissant de la même façon dans certaines situations. Bien que cela, à notre avis, cadre bien avec la complexité humaine, il s'avère plus difficile d'attribuer avec certitude un type à un joueur. Comme nous l'avons vu, les types égalitaires et coopératifs ne sont pas distinguables dans un jeu du dictateur. L'attitude neutraliste ne se démarque pas non plus dans un jeu où il n'y a pas de perte possible. Il faut alors être prudent lorsque l'on attribue un type à un agent parce qu'il pourrait se révéler être d'un type différent dans une autre situation. Cela est d'autant plus vrai que certaines personnes ont un comportement quasi aléatoire comme nous avons mentionné précédemment. Alors ce n'est pas parce qu'une personne agit d'une certaine façon dans un jeu sans répétition qu'elle va se comporter de la même façon dans une itération différente du jeu ou dans un jeu différent.

La meilleure façon de bien comprendre le comportement d'un individu serait de lui demander de justifier ses actions, d'expliquer ses motivations ou le raisonnement derrière sa stratégie. À notre avis, toute étude voulant étudier le comportement humain sans demander au principal intéressé les motivations derrière ses actions se prive de renseignements importants dans l'analyse de ces comportements. Nous avons à posteriori affecté des types aux différents joueurs des études que nous avons utilisées afin d'illustrer notre modèle, mais sans connaître les motivations des agents. Les types attribués restent donc hautement hypothétiques. Après tout, il y a peut-être d'autres comportements amenant quelqu'un à partager dans un jeu du dictateur qu'un désir d'égalité ou de coopération.

Extension possible au modèle

Aucun modèle, aussi détaillé soit-il, n'est complet et ne laisse place à des améliorations possibles. Dans cette section, nous discuterons de certaines extensions possiblement utiles à notre modèle de base.

Une dimension manquante à notre modèle est celle de la temporalité. Prenons par exemple un dilemme du prisonnier répété. Comme nous l'avons vu, un bon nombre de personnes coopérant dès le départ finiront par ne plus coopérer si elles rencontrent des gens compétitifs en adoptant un comportement contingent, compétitif ou délétère. Mais notre modèle à lui seul ne peut pas expliquer pourquoi certains individus vont adopter leur comportement contingent après une seule trahison alors que d'autres attendront quelques trahisons, voire plusieurs, avant d'adopter un comportement différent.

La notion de seuil de tolérance tel que présentée n'est pas suffisante puisqu'une personne insatisfaite de l'issue d'une itération le restera pour chaque itération supplémentaire et va donc adopter un comportement contingent dès le premier tour ou ne l'adoptera jamais. Notre modèle devra donc être enrichi de préférences temporelles afin de bien modéliser les jeux répétés dans le temps. Ici, il n'est pas clair si l'application d'un taux d'escompte se ferait sur le gain de l'individu, sur son seuil de tolérance ou sur les deux. Il y a ici matière à approfondir l'aspect temporel pour l'adapter au modèle afin de mieux comprendre l'interdépendance entre chaque itération.

Notre modèle, par simplicité, considère beaucoup d'éléments comme étant exogènes au système alors qu'ils sont certainement endogènes jusqu'à un certain point. Par exemple, le comportement contingent d'un individu dépend probablement de l'action que les autres individus ont effectuée. Si l'idéal type d'un agent coopératif n'est pas atteint parce que l'autre joueur est égalitaire, l'agent va entreprendre une action différente que si l'autre joueur avait une attitude délétère. Hypothétiquement, plus la situation finale d'un jeu est éloignée de la situation idéale, plus l'option choisie par l'agent lésé risque d'être dommageable pour autrui. Ici, il serait peut-être nécessaire d'étendre le modèle avec une notion semblable à celle des théories de la réciprocité.

Il est à parier que le seuil de tolérance diffère lorsque l'agent est confronté à des individus différents. Par exemple, le seuil de tolérance d'un agent peut être plus grand lorsqu'il est confronté à un membre de sa famille plutôt qu'à un étranger. Le seuil pourrait être plus petit s'il a affaire à un individu ayant une mauvaise réputation plutôt qu'une bonne réputation. Bref, il y a beaucoup de place pour étudier les liens entre les individus et leurs effets sur les différentes facettes de notre modèle.

Une dernière extension serait d'incorporer la poursuite de plusieurs objectifs par un agent particulier. Par exemple, dans l'étude de Seinen et Schram⁵⁹ déjà citée, près de la moitié des agents cherchaient à maximiser à la fois leur gain et leur réputation tandis que 5 % d'entre eux maximisaient uniquement leur réputation. Mathématiquement, il est possible de simplement calculer l'utilité de chacun des objectifs individuellement et de les fusionner par la suite en utilisant un coefficient donnant un poids différent si un objectif est plus important que l'autre. Mais du point de vue théorique, il faut se demander si nous pouvons légitimement amalgamer des utilités issues de mesures différentes. Notre modèle a jusqu'à maintenant mis en commun des utilités concernant

⁵⁹ Seinen, Ingrid et Arthur Schram. « Social status and group norms: Indirect reciprocity in a repeated helping experiment ». *European Economic Review*, volume 50, numéro 3, avril 2006, pages 581-602.

un gain monétaire en les ramenant à la même échelle. Il était donc légitime de les additionner ensemble, mais il n'est pas clair si la technique reste valable si on additionne des gains monétaires avec des gains de réputation et des gains de temps par exemple. Il y a ici beaucoup de recherche à faire avant de pouvoir conclure qu'il est légitime de mélanger différents objectifs.

Sommaire

Nous avons vu dans cette section que certains comportements échappent à notre modèle tels les comportements d'évitement et les préférences « en bosse ». Il y a certes d'autres comportements qui ne sont pas représentables par notre modèle dans des jeux que nous n'avons pas étudié. De plus, notre modèle peut être amélioré en le jumelant avec des théories existantes comme celles reliées au risque, ou avec de nouvelles théories à développer tel le traitement de l'aspect temporel des jeux. Finalement, il faut se rappeler que la grande flexibilité qu'offre le présent modèle permet des aberrations qu'il faut à tout prix éviter en faisant une utilisation judicieuse du modèle.

Conclusion

Nous avons développé un modèle permettant de rassembler dans un tout cohérent plusieurs modèles alternatifs qui cherchaient à améliorer le pouvoir explicatif de la théorie des jeux classiques en y incorporant différents aspects découverts lors d'expérimentations en laboratoire. Nous avons vu en première partie qu'il y avait une multitude de facteurs pouvant influencer le comportement humain. Chacun des modèles alternatifs touchait à un aspect important déterminant le comportement d'un individu, mais ne prenait pas en compte la totalité des facteurs explicatifs énumérés et s'avérait donc insuffisant à expliquer convenablement certaines situations précises. Chacune de ces théories touchait à une partie de la solution et leur amalgame au sein d'un même modèle augmente de beaucoup la précision de la théorie des jeux pour comprendre le comportement des gens.

Afin de fusionner les modèles, nous avons fait appel à des préférences hétérogènes nous permettant de mieux entrer dans la psychologie des gens et d'isoler différents comportements et leur évolution au gré des différentes situations. La science économique gagnerait en général à utiliser plus souvent des agents hétérogènes comme nous l'avons fait. Souvent, la crainte est qu'en instaurant des préférences hétérogènes, nous complexifions énormément un modèle pour peu de précisions supplémentaires. Pourtant, notre modèle reste relativement simple mathématiquement tout en augmentant considérablement l'utilité de ce dernier pour modéliser le comportement humain. Une deuxième crainte est qu'avec des préférences hétérogènes, un modèle peut expliquer tout et n'importe quoi en choisissant une fonction d'utilité différente pour chaque individu, ce qui permet bien d'expliquer ce que nous voulons bien démontrer. Nous avons regroupé sous un même vocabulaire des comportements types se retrouvant dans plusieurs situations limitant ainsi le nombre de comportements à 4 ou 5 selon la situation à étudier. Ces comportements sont issus de données expérimentales et vérifiées à maintes reprises par plusieurs expériences. Ce vocabulaire aura intérêt à être enrichi et peaufiné, mais constitue un bon point de départ pour que les préférences des individus modélisées soient bien circonscrites et ne soient pas *ad hoc*. Il est probablement impossible de catégoriser le comportement de tous les individus puisqu'il y a toujours des gens marginaux, mais les modèles économiques seraient plus riches s'ils incluaient systématiquement différents comportements englobant la grande majorité des individus. Les préférences hétérogènes accompagnées d'un vocabulaire pour les circonscrire sont le premier pilier de notre modèle.

Le deuxième pilier de notre modèle est l'équilibre comportemental qui prend assise sur la notion d'idéal type et la recherche constante de cet idéal. Cela permet à notre modèle de quitter le monde statique et d'entrer dans une dynamique comportementale. Cela permet aussi de modéliser la coopération conditionnelle lors d'un dilemme du prisonnier et ainsi d'inclure les notions issues des théories de la réciprocité. La recherche de cet idéal type permet d'expliquer les comportements de punition ou de compensation observés dans plusieurs expérimentations.

Le troisième élément nécessaire à notre modèle est la notion de seuil de tolérance qui permet de donner un peu de flexibilité au comportement des individus. Cette notion est particulièrement utile pour modéliser un jeu d'ultimatum et tout jeu de négociation où un individu accepte une situation sous-optimale tout en étant assez satisfait de la situation finale pour ne pas chercher à la changer.

Au-delà de la précision apportée par notre modèle par rapport aux théories alternatives, une des forces de notre modèle est son pouvoir de prédiction beaucoup plus élevé que les autres théories. Les théories alternatives usent de coefficients mathématiques très peu intuitifs qui sont estimables uniquement après une expérimentation. Notre modèle utilise des comportements types intuitifs facilement détectables avant même la résolution d'un jeu. En identifiant la situation idéale pour un individu, il est aisé d'en déduire son comportement. De plus, il est aisé pour un individu de dire s'il cherche le bien de quelqu'un ou pas. Par contre, il est beaucoup plus difficile pour cet individu de connaître quel est son coefficient d'aversion à l'inégalité ou son degré de réciprocité.

S'il y a une chose à retenir de ce mémoire, c'est que les sciences économiques ont un grand intérêt à arrêter d'analyser le comportement humain en agrégé en supposant qu'un seul type de rationalité est valable et que tout le monde doit agir de la même façon. Les êtres humains sont tous différents les uns des autres et ont des motivations qui leur sont propres. Ils ne peuvent donc pas être inclus dans un seul grand groupe homogène. Sans tomber dans l'individualisme le plus total et analyser chaque agent individuellement, il faut analyser ces derniers en groupes afin de rassembler ceux ayant des comportements semblables. À ce moment, les économistes seront plus en mesure de comprendre les effets des différents mécanismes sur les différentes strates de la société. C'est dans cette optique que le présent modèle a été développé.

Bibliographie

- Ben-Ner, Avner et Amit Kramer. « Personality and altruism in the dictator game: Relationship to giving to kin, collaborators, competitors, and neutrals ». *Personality and Individual Differences*, volume 51, numéro 3, août 2011, pages 216-221.
- Bolton, Gary E., Elena Katok et Rami Zwick. « Dictator game giving: Rules of fairness versus acts of kindness ». *International Journal of Game Theory*, Volume 27, Numéro 2, 1998, pages 269-299.
- Camerer, Colin F. *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*. Princeton University Press, 2003, 544 pages.
- Chai, Sun-Ki, Dolgosuren Dorj, Min Sun Kim, Ming Liu et Katerina Sherstyuk. « Cultural Values and Behavior in Dictator, Ultimatum, and Trust Games ». University of Hawaii at Manoa, Department of Economics, *Working Papers number 201106*.
- Charness, Gary et Matthew Rabin. « Understanding social preferences with simple tests. ». *The Quarterly Journal of Economics*, volume 117, numéro 3, août 2002, pages 817–869.
- Charness, Gary, Ramón Cobo-Reyes et Natalia Jiménez. « An investment game with third-party intervention ». *Journal of Economic Behavior and Organization*, volume 68, numéro 1, octobre 2008, pages 18-28.
- Curry, Oliver, Matthew Jones Chesters et Essi Viding. « The psychopath's dilemma: The effects of psychopathic personality traits in one-shot games ». *Personality and Individual Differences*, volume 50, numéro 6, avril 2011, pages 804-809.
- Dickinson, David L. « Ultimatum decision-making : a test of reciprocal kindness ». *Theory and Decision*, volume 48, numéro 2, mars 2000, pages 151–177.
- Dufwenberg, Martin, Simon Gächter et Heike Hennig-Schmidt. « The framing of games and the psychology of play ». *Games and Economic Behavior*, volume 73, numéro 2, novembre 2011, pages 459-478.
- Eber, Nicolas. *Le dilemme du prisonnier*. Editions La Découverte, collection Repères, 2006, 122 pages. Page 102.

- Ertan, Arhan, Talbot Page et Louis Putterman. « Who to punish? Individual decisions and majority rule in mitigating the free rider problem ». *European Economic Review*, volume 53, numéro 5, juillet 2009, pages 495-511.
- Falk, Armin, Ernst Fehr et Urs Fischbacher. « Driving forces behind informal sanctions ». *Econometrica*, volume 73, numéro 6, novembre 2005, pages 2017-2030.
- Fehr, Ernst et John A. List. « The hidden costs and returns of incentives – Trust and trustworthiness among CEOs », *Journal of the European Economic Association*, volume 2, numéro 5, septembre 2004, pages 743-771.
- Fehr, Ernst et Klaus M. Schmidt. « A theory of fairness, competition, and cooperation », *Quarterly Journal of Economics*, volume 114, numéro 3, août 1999, pages 817-868.
- Fehr, Ernst et Simon Gächter. « Cooperation and Punishment in Public Goods Experiments ». *The American Economic Review*, volume 90, numéro 4, septembre 2000, pages 980-994.
- Fehr, Ernst et Urs Fischbacher. « Third-party punishment and social norms ». *Evolution and Human Behavior*, volume 25, numéro 2, mars 2004, pages 63-87.
- Fischbacher, Urs, Simon Gächter et Ernst Fehr, « Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment ». *Economics Letters*, volume 71, numéro 3, juin 2001, pages 397-404.
- Gintis, Herbert. *The Bounds of Reason: Game Theory and the Unification of the Behavioral Sciences*. Princeton University Press, 2009, 304 pages.
- Gunnthorsdottir, Anna, Kevin McCabe et Vernon Smith. « Using the Machiavellianism instrument to predict trustworthiness in a bargaining game ». *Journal of Economic Psychology*, volume 23, numéro 1, février 2002, pages 49-66.
- Henrich, Joseph, Robert Boyd, Samuel Bowles, Colin Camerer, Ernst Fehr et Herbert Gintis. *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies*. Oxford University Press, New York, 2004, 472 pages.

- Johansson-Stenman, Olof, Minhaj Mahmud et Peter Martinsson. « Trust, Trust Games and Stated Trust: Evidence from Rural Bangladesh ». *Journal of Economic Behavior and Organization*, In Press, Corrected Proof.
- Joyce, Berg, John Dickhaut et Kevin McCabe. « Trust, Reciprocity and Social History ». *Games and Economics Behavior*, volume 10, numéro 1, juillet 1995, pages 122-142.
- Kahneman, Daniel et Amos Tversky. « Prospect theory : An analysis of decision under risk ». *Econometrica*, volume 47, numéro. 2, mars 1979, pages 263-292.
- Kurzban, Robert, Peter DeScioli et Erin O'Brien. « Audience effects on moralistic punishment ». *Evolution and Human Behavior*, volume 28, numéro 2, mars 2007, pages 75-84.
- Lazear, Edward P., Ulrike Malmendier et Roberto A. Weber. « Sorting in Experiments with Application to Social Preferences ». *American Economic Journal: Applied Economics*, volume 4, numéro 1, janvier 2012, pages 136-163.
- Lönnqvist, Jan-Erik, Markku Verkasalo et Gari Walkowitz. « It pays to pay – Big Five personality influences on co-operative behavior in an incentivized and hypothetical prisoner's dilemma game ». *Personality and Individual Differences*, volume: 50, numéro 2, 2011, pages 300-304.
- López-Pérez Raúl, « Introducing Social Norms in Game Theory ». *Working paper series / Institute for Empirical Research in Economics* No. 292, University of Zurich.
- Lotz, Sebastian, Tyler G. Okimoto, Thomas Schlösser et Detlef Fetchenhauer. « Punitive versus compensatory reactions to injustice: Emotional antecedents to third-party interventions ». *Journal of Experimental Social Psychology*, volume 47, numéro 2, mars 2011, pages 477-480.
- Marwell, Gerald et Ruth E. Ames. « Economist free ride, does anyone else ? Experiments on the provisions of public goods ». *Journal of Public Economics*, volume 15, numéro 3, juin 1981, pages 295-310.
- Neugebauer, Tibor, Javier Perote, Ulrich Schmidt et Malte Loos. « Selfish-biased conditional cooperation: On the decline of contributions in repeated public goods experiments ». *Journal of Economic Psychology*, volume 30, numéro 1, février 2009, pages 52-60.

- Ortmann, Andreas et Lisa K. Tichy. « Gender differences in the laboratory: evidence from prisoner's dilemma games », *Journal of Economic Behavior and organization*, volume 39, numéro 3, juillet 1999, pages 327-339.
- Page, Talbot, Louis Putterman et Bulent Unel. « Voluntary association in public goods experiments: Reciprocity, mimicry and efficiency » *The Economic Journal*, volume 115, numéro 506, octobre 2005, pages 1032–1053.
- Rabin, Matthew. « Incorporating fairness into game theory and economics », *American Economic Review*, volume 83, numéro 5, décembre 1993, pages 1281-1302.
- Robert H. Frank, Thomas Gilovich, Dennis T. Regan. « Does studying economics inhibit cooperation? ». *The Journal of Economic Perspectives*, volume 7, Numéro 2, printemps 1993, pages 159-171.
- Schmitt, Pamela, Robert Shupp, Kurtis Swope et Justin Mayer. « Pre-commitment and personality: Behavioral explanations in ultimatum games ». *Journal of Economic Behavior and Organization*, volume 66, numéro 3–4, Juin 2008, pages 597-605.
- Seinen, Ingrid et Arthur Schram. « Social status and group norms: Indirect reciprocity in a repeated helping experiment ». *European Economic Review*, volume 50, numéro 3, avril 2006, pages 581-602.
- Servátka, Maroš. « Separating reputation, social influence, and identification effects in a dictator game ». *European Economic Review*, volume 53, numéro 2, février 2009, pages 197-209.
- Takacs, Karoly et Bela Janky. « Smiling contributions: Social control in a public goods game with network decline ». *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, volume 378, numéro 1, mai 2007, pages 76-82.
- Volk, Stefan, Christian Thöni et Winfried Ruigrok. « Personality, personal values and cooperation preferences in public goods games : A longitudinal study ». *Personality and Individual Differences*, volume 50, numéro 6, avril 2011, pages 810-815.
- Vollan, Björn. « The difference between kinship and friendship: (Field-) experimental evidence on trust and punishment ». *Journal of Socio-Economics*, volume 40, numéro 1, février 2011, pages 14-25.

Annexe A

La matrice de gains présentée est une version hybride de deux matrices de gains différentes. Comme l'agent est premièrement de type coopératif, nous avons la matrice suivante pour ces gains :

		Coopératif	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,66	0,5
	Trahison	0,5	0,33

Son comportement contingent est délétère, donc nous avons la matrice de gains suivante :

		Délétère	
		Coopération	Trahison
Compétitif	Coopération	0,33	1
	Trahison	0	0,66

Comme le comportement coopératif de l'individu n'est valable que si l'autre joueur est coopératif, nous devons prendre les gains de la première ligne de la première matrice dans ce cas. Dans le cas où l'autre agent n'est pas coopératif, nous devons alors utiliser la deuxième ligne de la deuxième matrice. Une fois mis ensemble, nous nous retrouvons avec la matrice de gains suivante :

		Coopératif conditionnel		
		Coopération	Trahison	Comportement
Compétitif	Coopération	0,66	0,5	Coopératif
	Trahison	0	0,66	Délétère

Si l'autre joueur avait, lui aussi, eu un comportement contingent, nous aurions pu utiliser le même procédé en utilisant les colonnes à la place des lignes. De même, cette technique ne se limite pas non plus à deux seules actions puisqu'il aurait pu être possible d'introduire une troisième action déclenchant un comportement différent et ainsi fusionner 3 matrices.

Annexe B

Les fonctions d'utilité des gens coopératifs sont résumées dans le tableau suivant :

Résultat	Fonction d'utilité Agent / Joueur / Prof	Utilité
Coopération - Coopération	$\frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}\right) + \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}\right) + \frac{1}{3}(0)$	0,44
Coopération - Trahison	$\frac{1}{3}\left(\frac{3}{3}\right) + \frac{1}{3}(0) + \frac{1}{3}(0.5)$	0,496 arrondi à 0,5
Trahison - Coopération	$\frac{1}{3}(0) + \frac{1}{3}\left(\frac{3}{3}\right) + \frac{1}{3}(0.5)$	0,496 arrondi à 0,5
Trahison - Trahison	$\frac{1}{3}\left(\frac{1}{3}\right) + \frac{1}{3}\left(\frac{1}{3}\right) + \frac{1}{3}(1)$	0,55